

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Narumi OHKAWA**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **July 21, 2003**

For: **SOLID-STATE IMAGE SENSOR AND IMAGE READING METHOD**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: July 21, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-257131, filed September 2, 2002

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP



William G. Kratz, Jr.
Reg. No. 22,631

WGK/ll
Atty. Docket No. 030882
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 9月 2日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-257131

[ST.10/C]:

[JP2002-257131]

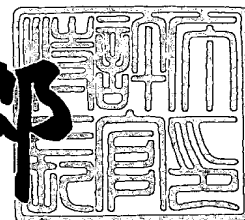
出 願 人
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3001986

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240910

【提出日】 平成14年 9月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/146

【発明の名称】 固体撮像装置及び画像読み出し方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 大川 成実

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100087479

【弁理士】

【氏名又は名称】 北野 好人

【選任した代理人】

【識別番号】 100114915

【弁理士】

【氏名又は名称】 三村 治彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003300

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 2 - 2 5 7 1 3 1

【包括委任状番号】 0012600

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置及び画像読み出し方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、

行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、

n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、n + 1 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成されており、

前記 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の固体撮像装置において、

前記 n 行目の前記画素部に接続される前記第 1 の信号線と、前記 n + 1 行目の前記画素部に接続される前記第 2 の信号線と、前記 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、前記導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段と前記第 1 トランジスタとが前記行方向に沿って隣接し、

前記第 2 トランジスタと前記第 3 トランジスタとが前記列方向に沿って隣接し

前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、前記列方向に延在している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 4】 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、

行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、

n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、 $n + 1$ 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成されており、

前記 n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 $n + 1$ 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の固体撮像装置において、

前記 n 行目の前記画素部に接続される前記第 1 の信号線と、前記 $n + 1$ 行目の前記画素部に接続される前記第 2 の信号線と、前記 n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 $n + 1$ 行目の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、前記導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 6】 請求項 1, 2, 4 及び 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段と前記第 1 トランジスタとが前記列方向に沿って隣接し、
前記第 2 トランジスタと前記第 3 トランジスタと前記第 4 トランジスタとが前記列方向に沿って隣接し、

前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極、前記第 2 トランジスタのゲート電極、前記第 3 トランジスタのゲート電極及び前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極が、前記行方向に延在している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 7】 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、

行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、

n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、n + 1 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成されており、

前記 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段と前記第 1 トランジスタとが前記行方向に沿って隣接し、

前記第 2 トランジスタと前記第 3 トランジスタと前記第 4 トランジスタとが前記行方向に沿って隣接し、

前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極、前記第 2 トランジスタのゲート電極、前記第 3 トランジスタのゲート電極及び前記第 4 トランジスタの前記ゲート電

極が、前記列方向に延在している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 9】 請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置において、

前記第 3 トランジスタのソース端子と前記第 2 トランジスタのゲート端子とを接続する金属配線層を更に有し、

前記金属配線層の幅は、前記第 1 トランジスタのドレイン領域及び前記第 3 トランジスタのソース領域上において選択的に太くなっている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 10】 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、 $n + 1$ 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成された固体撮像装置の画像読み出し方法であって、

全行一括して、前記光電変換手段及び前記第 2 トランジスタをリセットする工程と、

受光期間の後、全行一括して、前記光電変換手段から前記第 1 トランジスタを介して前記第 2 トランジスタのゲート端子に電荷を転送する工程と、

一行毎に、信号読み出しとリセット電圧読み出しとを行う工程とを有することを特徴とする画像読み出し方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像装置及び画像読み出し方法に関し、特に、4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置及びこの固体撮像装置における画像読み出し方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

CMOSをベースとしたイメージセンサ（固体撮像装置）では、光信号を電気信号に変換するフォトダイオード、フォトダイオードをリセットするリセットトランジスタ、フォトダイオードの信号電荷を電圧変換して出力するソースフォロワトランジスタ、ピクセル及び信号線の接続／選択を行うセレクトトランジスタから構成される、A P S（Active Pixel Sensor）と呼ばれる構造が一般的に用いられている。上記3種類のトランジスタにより構成される、いわゆる3 T r 型ピクセルの固体撮像装置は、例えば特許文献1等に記載されている。

【 0 0 0 3 】

3 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置は、熱雑音に起因したノイズ（k T C ノイズ）に対して弱いといわれており、k T C ノイズをも除去しうる4 T r 型ピクセルと呼ばれる構造が提案されている。4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置は、上記のリセットトランジスタとフォトダイオードとの間にトランスファートランジスタ（トランスファergeート）を更に設けた構造を有しており、リセットトランジスタとトランスファートランジスタとの間のN型拡散層（F D : Floating Diffusion）がソースフォロワトランジスタのゲートに接続される。4 T r 型ピクセルの固体撮像装置は、例えば、特許文献2、特許文献3及び特許文献4に記載されている。また、他のピクセル構成を有する固体撮像装置は、例えば特許文献5及び特許文献6に記載されている。

【 0 0 0 4 】

図62は、4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置の回路図である。なお、図62では、ピクセルアレー部100として、単位ピクセル2×2個を抜き出して描いている。

【 0 0 0 5 】

各ピクセルは、フォトダイオードPDと、トランスファートランジスタTGと

、リセットトランジスタ RST と、ソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ と、セレクトトランジスタ $Select$ とにより構成されている。

【 0 0 0 6 】

フォトダイオード PD のカソード端子には、トランスファートランジスタ TG のソース端子が接続されている。フォトダイオード PD のアノード端子は設置されている。トランスファートランジスタ TG のドレイン端子には、リセットトランジスタ RST のソース端子及びソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のゲート端子が接続されている。トランスファートランジスタ TG のドレイン端子、リセットトランジスタ RST のソース端子及びソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のゲート端子が接続される領域には、フォトダイオード PD から移送された電荷を蓄積する不純物拡散領域が存在する。以下では、この不純物拡散領域をフローティングディフュージョン FD と呼ぶこととする。ソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のソース端子には、セレクトトランジスタ $Select$ のドレイン端子が接続されている。

【 0 0 0 7 】

行方向に隣接する各ピクセルには、トランスファートランジスタ TG のゲート端子を共通接続するトランスファーゲート (TG) 線と、リセットトランジスタ RST のゲート端子を共通接続するリセット (RST) 線と、セレクトトランジスタ $Select$ のゲート端子を共通接続するセレクト ($Select$) 線とが接続されている。

【 0 0 0 8 】

列方向に隣接する各ピクセルには、セレクトトランジスタ $Select$ のソース端子を共通接続する信号読み出し線と、リセットトランジスタ RST のドレイン端子及びソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のドレイン端子を共通接続する VR (リセット電圧) 線が接続されている。

【 0 0 0 9 】

TG 線、 RST 線及び $Select$ 線は、行選択回路 102 に接続されている。また、信号読み出し線は、信号読み出し／ノイズキャンセル回路 104 に接続されている。信号読み出し／ノイズキャンセル回路には、 AD コンバータ 106

を介して出力回路 1 0 8 が接続されている。V R 線は、ほぼ電源電圧である電源又は電源電圧をチップ内部で降圧した電源に接続されている。

【 0 0 1 0 】

次に、図 6 2 に示す固体撮像装置の画像読み出し方法について図 6 3 を用いて説明する。図 6 3 は、固体撮像装置における画像読み出し方法を説明するタイミングチャートである。縦軸が正電圧を示し、横軸が時間を示している。

【 0 0 1 1 】

リセット状態において、フォトダイオード P D は、リセット電圧 V R を反映した所定の基準電圧を有している。フォトダイオード P D に光が入射すると、電子が発生し、フォトダイオード P D の電圧は徐々に減少する。

【 0 0 1 2 】

次いで、R S T 線にリセット信号を印加すると、フローティングディフュージョン F D がリセットされ、フローティングディフュージョン F D の電圧が所定値に安定する。この電圧が、ソースフォロワトランジスタ S F - T r のゲート端子に印加される。この状態で S e l e c t 線にセレクト信号を印加すると、信号読み出し線には、リセット電圧 V R - 閾値電圧 V_{th} に相当する電圧が出力される（V R 読み出し）。

【 0 0 1 3 】

次いで、T G 線に信号を印加してトランスファートランジスタ T G をオンにし、フォトダイオード P D に貯まっていた電子をフローティングディフュージョン F D に転送する。これにより、フローティングディフュージョン F D の電圧が下がるとともに、フォトダイオード P D の電位が上記基準電圧となる。

【 0 0 1 4 】

フローティングディフュージョン F D の電圧が下がることにより、ソースフォロワトランジスタ S F - T r のゲート端子に印加される電圧も低下する。したがって、この状態で再び S e l e c t 線にセレクト信号を印加すると、信号読み出し線には、フォトダイオード P D に蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を減じた電圧、すなわちリセット電圧 V R - 閾値電圧 V_{th} - 電圧変化量 ΔV に相当する電圧が出力される（ V_{signal} 読み出し）。

【 0 0 1 5 】

次いで、信号読み出し／ノイズキャンセル回路により、 V_R 読み出し電圧 ($V_R - V_{th}$) と V_{signal} 読み出し電圧 ($V_R - V_{th} - \Delta V$) との差分を求め、電圧変化量 ΔV を得る。これにより、各ピクセルにおけるソースフォロワトランジスタ $SF - Tr$ の閾値電圧ばらつきに伴う出力電圧変化をキャンセルして、フォトダイオード PD に蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を正確に読み出すことができる。

【 0 0 1 6 】

上記一連の読み出し動作を各ピクセルについて順次行うことにより、すべてのピクセルについて、フォトダイオード PD により受光された光信号を読み出すことができる。

【 0 0 1 7 】

4 Tr 型ピクセルを有する固体撮像装置は、3 Tr 型ピクセルを有する固体撮像装置よりも構成素子が多いため、歩留り低下等が懸念される。また、ピクセル中でのフォトダイオード PD の占有面積が減少することにもなる。かかる観点から、特許文献4には、隣接するピクセル間で信号線を共通化することが提案されている。特許文献4では、隣接ピクセル間で、 RST 線と $Select$ 線とを、 RST 線と TG 線とを、又は TG 線と $Select$ 線とを共通化し、配線数の低減と歩留りの向上を図っている。

【 0 0 1 8 】

【特許文献1】

特開 2 0 0 2 - 0 7 7 7 3 1 号公報

【特許文献2】

特開 2 0 0 0 - 2 0 1 3 0 0 号公報

【特許文献3】

特開 2 0 0 0 - 2 6 0 9 7 1 号公報

【特許文献4】

特開 2 0 0 1 - 1 7 7 7 6 5 号公報

【特許文献5】

特開 2 0 0 0 - 1 5 2 0 8 6 号公報

【特許文献 6】

米国特許第 6 0 0 5 6 1 9 号明細書

【0 0 1 9】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 4 には、具体的なピクセルのレイアウトについて触れていない。また、上記画像読み出し方法では、一行毎にフォトダイオード P D からの電荷をフローティングディフュージョン F D に転送して読み出し、この動作を他の行について順次行うため、各行の受光時間差による「ぶれ」や「ゆがみ」が生じることがあった。

【0 0 2 0】

本発明の目的は、4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置において、配線層の配置の自由度が高く、フォトダイオードやフローティングディフュージョンの面積を容易に拡大しうる固体撮像装置の構造を提供することにある。

【0 0 2 1】

また、本発明の他の目的は、4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置において、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる固体撮像装置及びその画像読み出し方法を提供することにある。

【0 0 2 2】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、n + 1 行目の前

記画素部の前記第4トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第2の信号線とが共通の信号線により構成されており、前記n行目の前記画素部の前記第1トランジスタの前記ゲート電極と、前記n+1行目の前記画素部の前記第4トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されていることを特徴とする固体撮像装置によって達成される。

【0023】

また、上記目的は、光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第1トランジスタと、前記信号を増幅する第2のトランジスタと、前記第2トランジスタの入力端子をリセットする第3トランジスタと、前記第2トランジスタから出力される前記信号を読み出す第4トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第3トランジスタのゲート電極に接続された第1の信号線と、前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第4トランジスタのゲート電極に接続された第2の信号線とを有し、n行目の前記画素部の前記第3トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第1の信号線と、n+1行目の前記画素部の前記第4トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第2の信号線とが共通の信号線により構成されており、前記n行目の前記画素部の前記第3トランジスタの前記ゲート電極と、前記n+1行目の前記画素部の前記第4トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されていることを特徴とする固体撮像装置によっても達成される。

【0024】

また、上記目的は、光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第1トランジスタと、前記信号を増幅する第2のトランジスタと、前記第2トランジスタの入力端子をリセットする第3トランジスタと、前記第2トランジスタから出力される前記信号を読み出す第4トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第1トランジスタのゲート電極に接続された第1の信号線と、前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第3トランジス

タのゲート電極に接続された第2の信号線とを有し、 n 行目の前記画素部の前記第1トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第1の信号線と、 $n+1$ 行目の前記画素部の前記第3トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第2の信号線とが共通の信号線により構成されており、前記 n 行目の前記画素部の前記第1トランジスタの前記ゲート電極と、前記 $n+1$ 行目の前記画素部の前記第3トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されていることを特徴とする固体撮像装置によっても達成される。

【0025】

また、上記他の目的は、光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第1トランジスタと、前記信号を増幅する第2のトランジスタと、前記第2トランジスタの入力端子をリセットする第3トランジスタと、前記第2トランジスタから出力される前記信号を読み出す第4トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第1トランジスタのゲート電極に接続された第1の信号線と、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第4トランジスタのゲート電極に接続された第2の信号線とを有し、 n 行目の前記画素部の前記第1トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第1の信号線と、 $n+1$ 行目の前記画素部の前記第4トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第2の信号線とが共通の信号線により構成された固体撮像装置の画像読み出し方法であって、全行一括して、前記光電変換手段及び前記第2トランジスタをリセットする工程と、受光期間の後、全行一括して、前記光電変換手段から前記第1トランジスタを介して前記第2トランジスタのゲート端子に電荷を転送する工程と、一行毎に、信号読み出しとリセット電圧読み出しとを行う工程とを有することを特徴とする画像読み出し方法によって達成される。

【0026】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

本発明の第1実施形態による固体撮像装置について図1乃至図8を用いて説明する。

【0027】

図1は本実施形態による固体撮像装置の回路図、図2乃至図5は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図、図6は本実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャート、図7及び図8は本実施形態による固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図である。

【0028】

はじめに、本実施形態による固体撮像装置の構造について図1乃至図5を用いて説明する。図1は、本実施形態による固体撮像装置の回路図である。なお、図1では、ピクセルアレー部10として、単位ピクセル 2×2 個を抜き出して描いている。

【0029】

各ピクセルは、フォトダイオードPDと、トランスファートランジスタTGと、リセットトランジスタRSTと、ソースフォロワトランジスタSF-Trと、セレクトトランジスタSelectとにより構成されている。すなわち、本実施形態による固体撮像装置は、4Tr型ピクセルを有する固体撮像装置である。

【0030】

フォトダイオードPDのカソード端子には、トランスファートランジスタTGのソース端子が接続されている。フォトダイオードPDのアノード端子は設置されている。トランスファートランジスタTGのドレイン端子には、リセットトランジスタRSTのソース端子及びソースフォロワトランジスタSF-Trのゲート端子が接続されている。ソースフォロワトランジスタSF-Trのソース端子には、セレクトトランジスタSelectのドレイン端子が接続されている。

【0031】

行方向に隣接する各ピクセルには、リセットトランジスタRSTのゲート端子を共通接続するリセット(RST)線が接続されている。また、各ピクセルには、第n行目に位置するピクセルのトランスファートランジスタTG及び第n+1行目に位置するピクセルのセレクトトランジスタSelectのゲート端子を共通接続するセレクト(Select)/トランスファーゲート(TG)線が接続されている。

【 0 0 3 2 】

列方向に隣接する各ピクセルには、セレクトトランジスタ *Select* のソース端子を共通接続する信号読み出し線と、リセットトランジスタ *RST* のドレイン端子及びソースフォロワトランジスタ *SF-Tr* のドレイン端子を共通接続する *VR* (リセット電圧) 線が接続されている。

【 0 0 3 3 】

RST 線及び *Select* / *TG* 線は、行選択回路 1 2 に接続されている。また、信号読み出し線は、信号読み出し / ノイズキャンセル回路 1 4 に接続されている。信号読み出し / ノイズキャンセル回路 1 4 には、*AD* コンバータ 1 6 を介して出力回路 1 8 が接続されている。*VR* 線は、ほぼ電源電圧である電源又は電源電圧をチップ内部で降圧した電源に接続されている。

【 0 0 3 4 】

このように、本実施形態による固体撮像装置では、第 *n* 行目に位置する各ピクセルのトランスファートランジスタ *TG* のゲート端子を共通接続する *TG* 線と、第 *n* + 1 行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタ *Select* のゲート端子を共通接続する *Select* 線とが、共通の配線 (*Select* / *TG* 線) により構成されている。

【 0 0 3 5 】

次に、図 1 に示す回路を構成するための具体的な装置構造について図 2 乃至図 5 を用いて説明する。なお、図 2 はピクセルアレー部 1 0 における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図 3 はピクセルアレー部における第 1 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 4 はピクセルアレー部における第 2 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 5 はピクセルアレー部における第 3 金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【 0 0 3 6 】

図 2 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。

【 0 0 3 7 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオードPD側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極28_{TG}、リセットトランジスタRSTのゲート電極28_{RST}、ソースフォロワートランジスタSF-Trのゲート電極28_{SF}、セレクトトランジスタのゲート電極28_{SEL}である。ゲート電極28_{TG}は、列方向に隣接するピクセルのゲート電極28_{SEL}と連続する一つのパターンにより形成されている。ゲート電極28_{TG}とゲート電極28_{RST}との間の活性領域は、フローティングディフュージョンFDである。

【 0 0 3 8 】

図3に示すように、第1金属配線層50は、コンタクトプラグ48aを介してゲート電極28_{TG}及びゲート電極28_{SEL}に接続されたSelect/TG線50aと、コンタクトプラグ48b及びコンタクトプラグ48cを介してフローティングディフュージョンFDとゲート電極28_{SF}とを接続する配線層50bと、ゲート電極28_{RST}、リセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域及びセレクトトランジスタSelectのソース領域に、それぞれコンタクトプラグ48d、48e、48fを介して接続された引き出し配線50c、50d、50eを有している。

【 0 0 3 9 】

図4に示すように、第2金属配線層56は、コンタクトプラグ54aを介してリセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域に電氣的に接続されたVR線56aと、コンタクトプラグ54bを介してセレクトトランジスタSelectのソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線56bと、コンタクトプラグ54cを介してゲート電極28_{RST}に電氣的に接続された引き出し配線56cとを有している。

【 0 0 4 0 】

図5に示すように、第3金属配線層62は、コンタクトプラグ60aを介してゲート電極28_{RST}に電氣的に接続されたRST線62aを有している。

【 0 0 4 1 】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、第 n 行目に位置するピクセルのトランスファートランジスタ TG のゲート電極 28_{TG} と第 $n+1$ 行目に位置するピクセルのセレクトトランジスタ $Select$ のゲート電極 28_{SEL} とが一つのパターンにより形成されており、第 1 層金属配線層 50 により $Select/TG$ 線 50 a を、第 2 層金属配線層 56 により VR 線 56 a 及び信号読み出し線 56 b を、第 3 層金属配線層 62 により RST 線 62 a を構成していることに主たる特徴がある。

【0042】

これにより、 $Select$ 線と TG 線とを共通の配線層で形成する場合であっても、離れた場所にあるゲート電極 28_{TG} とゲート電極 28_{SEL} とを金属配線層により接続する必要がない。したがって、第 1 金属配線層 50 が下層に接続するためのコンタクトホールを 1 つ削減することができ、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。

【0043】

したがって、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョン FD の面積を十分にとることができる。フローティングディフュージョン FD の面積が十分に広ければ、フローティングディフュージョン FD のウェル濃度を低くして電界を緩和できるので、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタ TG のゲート幅を広くすることができる。これにより、トランスファートランジスタ TG の特性ばらつきを小さくすることができ、フォトダイオード PD からフローティングディフュージョン FD への安定した電荷転送が可能になる。

【0044】

また、第 3 金属配線層 62 では RST 線 62 a のみを構成すればよいので、図 5 に示すようにフローティングディフュージョン FD 上でパターンを太くすることにより、フローティングディフュージョン FD の遮光を十分に行うことができる。なお、フローティングディフュージョン FD の遮光の必要性については後述する。

【0045】

次に、本実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法について図6を用いて説明する。本実施形態では、一括シャッタ方式とよばれる画像読み出し方法について説明する。一括シャッタ方式では、ローリングシャッタ方式のようにピクセル間における受光時間差が生じないため、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる。なお、本実施形態による固体撮像装置は、例えば特許文献4に記載のようなローリングシャッタ方式による読み出しも可能である。

【0046】

図6は、本実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイミングチャートである。図6(a)は $n+1$ 行目のピクセルにおけるタイムチャートであり、図6(b)は n 行目のピクセルにおけるタイムチャートである。各図において、縦軸が正電圧を示し、横軸が時間を示している。

【0047】

まず、全行のRST線及びSelect/TG線に信号を印加し、全行のフォトダイオードPD及びフローティングディフュージョンFDの一括リセットを行う。これにより、フォトダイオードPD及びフローティングディフュージョンFDがリセットされ、これらの電圧が所定値まで増加する。

【0048】

次いで、Select/TG線をオフにすると、フォトダイオードPDによる受光が開始され、フォトダイオードPD内で電子が発生し、フォトダイオードPDの電圧が徐々に減少する。

【0049】

次いで、全行のRST線に一括でリセット信号を印加する。これにより、フローティングディフュージョンFDのみが一括リセットされる。RST線にリセット信号を印加すると、フローティングディフュージョンFDがリセットされ、フローティングディフュージョンFDの電圧がリセット電圧VRを反映した所定値に安定する。

【0050】

次いで、全行のSelect/TG線をオンにし、フォトダイオードPD内の電荷をフローティングディフュージョンFDに転送する。これにより、フローテ

ィングディフュージョンFDの電圧が転送された電荷量に応じた分だけ低下する。この際、トランスファートランジスタTGとともにセレクトトランジスタSelectもオンになるので、信号読み出し線は周辺部読み出し回路と切断されたハイインピーダンス状態にしておくことが望ましい。

【0051】

次いで、1行目から順次読み出し動作を行う。本実施形態では、まずn行目の読み出し動作を行い、次にn+1行目の読み出し動作を行う場合を例にして説明する。

【0052】

まず、n行目の読み出しを行うために、n行目のSelect/TG線にセレクト信号を印加する。これにより、信号読み出し線には、フォトダイオードPDに蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を減じた電圧、すなわちリセット電圧VR-閾値電圧 V_{th} -電圧変化量 ΔV に相当する電圧が出力される（V_{signal}読み出し）。

【0053】

次いで、n行目のRST線にリセット信号を印加すると、フローティングディフュージョンFDがリセットされ、フローティングディフュージョンFDの電圧がリセット電圧VRを反映した所定値に安定する。この電圧が、ソースフォロワトランジスタSF-Trのゲート端子に印加される。

【0054】

この状態でn行目のSelect線にセレクト信号を印加すると、信号読み出し線には、リセット電圧VR-閾値電圧 V_{th} に相当する電圧が出力される（VR読み出し）。

【0055】

次いで、信号読み出し/ノイズキャンセル回路12により、VR読み出し電圧（ $VR - V_{th}$ ）とV_{signal}読み出し電圧（ $VR - V_{th} - \Delta V$ ）との差分を求め、電圧変化量 ΔV を得る。こうして、n行目のピクセルに関し、各ピクセルにおけるソースフォロワトランジスタSF-Trの閾値電圧ばらつきに伴う出力電圧変化をキャンセルして、フォトダイオードPDに蓄えられていた電子の量に応じた

電圧変化量 ΔV を正確に読み出すことができる。

【 0 0 5 6 】

次に、 $n + 1$ 行目の読み出しを行うために、 $n + 1$ 行目の $S e l e c t / T G$ 線にセレクト信号を印加する。これにより、信号読み出し線には、フォトダイオード $P D$ に蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を減じた電圧、すなわちリセット電圧 $V R$ - 閾値電圧 V_{th} - 電圧変化量 ΔV に相当する電圧が出力される (V_{signal} 読み出し)。

【 0 0 5 7 】

この際、 n 行目のトランスファートランジスタもオンとなり、フォトダイオード $P D$ からフローティングディフュージョン $F D$ への電荷転送が行われることとなるが、次の撮影の前には上述した一括リセットを行うため問題はない。

【 0 0 5 8 】

次いで、 $n + 1$ 行目の $R S T$ 線にリセット信号を印加すると、フローティングディフュージョン $F D$ がリセットされ、フローティングディフュージョン $F D$ の電圧がリセット電圧 $V R$ を反映した所定値に安定する。この電圧が、ソースフォロワートランジスタ $S F - T r$ のゲート端子に印加される。

【 0 0 5 9 】

この状態で $n + 1$ 行目の $S e l e c t$ 線にセレクト信号を印加すると、信号読み出し線には、リセット電圧 $V R$ - 閾値電圧 V_{th} に相当する電圧が出力される ($V R$ 読み出し)。

【 0 0 6 0 】

次いで、信号読み出し／ノイズキャンセル回路 1 2 により、 $V R$ 読み出し電圧 ($V R - V_{th}$) と V_{signal} 読み出し電圧 ($V R - V_{th} - \Delta V$) との差分を求め、電圧変化量 ΔV を得る。こうして、 $n + 1$ 行目のピクセルに関し、各ピクセルにおけるソースフォロワートランジスタ $S F - T r$ の閾値電圧ばらつきに伴う出力電圧変化をキャンセルして、フォトダイオード $P D$ に蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を正確に読み出すことができる。

【 0 0 6 1 】

上記一連の読み出し動作を各ピクセルについて順次行うことにより、すべての

ピクセルについて、フォトダイオードPDにより受光された光信号を読み出すことができる。

【0062】

上記一括シャッタ方式では、各ピクセルのフォトダイオードPDに蓄えられた電荷を一括してフローティングディフュージョンFDに転送した後、各ピクセルのフローティングディフュージョンFDの電荷を順番に読み出すため、フローティングディフュージョンFDにおいて電荷を保持する必要がある時間が数10msと長くなる。したがって、読み出しまでの待ち時間における受光によるフローティングディフュージョンFD中の電荷量の変化を防止するために、フローティングディフュージョンFDを金属配線層により覆うことが極めて重要である。

【0063】

上述の通り、本実施形態による固体撮像装置では、第n行目に位置するピクセルのトランスファートランジスタTGのゲート電極 28_{TG} と第n+1行目に位置するピクセルのセレクトトランジスタSelectのゲート電極 28_{SEL} とを一つのパターンにより形成するため、上層の金属配線層のレイアウトに自由度を持たせることができる。これにより、第3金属配線層ではRST線のみを構成すればよく、第3金属配線層に遮光膜としての機能をも併せ持たせることができる。したがって、フローティングディフュージョンFDの遮光を十分に行うことができ、一括シャッタ方式を用いるうえで極めて有効である。

【0064】

次に、本実施形態による固体撮像装置の製造方法について図7及び図8を用いて説明する。なお、図7及び図8は図2のA-A'線断面に沿った工程断面図である。参考のため、各工程断面図の左側には、周辺回路トランジスタの形成領域についても記載している。

【0065】

まず、シリコン基板20に、通常の半導体装置の製造プロセスと同様にして、例えば膜厚250～350nm程度の素子分離膜22を形成する。これにより、各ピクセル領域に、図2示すような略コの字形のパターンを有する活性領域を形成する。なお、図ではLOCOS法により形成した場合の形状を有する素子分離

膜 2 2 を描いているが、素子分離膜 2 2 は S T I (シャロートレンチアイソレーション) 法を用いて形成してもよい。

【 0 0 6 6 】

次いで、シリコン基板 2 0 に所定のウェル領域 (図示せず) を形成する。なお、ピクセルアレー部には N 型のトランジスタが形成されるため、P 型の基板をそのまま用いるか、P ウェルを形成する。

【 0 0 6 7 】

次いで、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域上に、熱酸化法により、例えば膜厚 3 ~ 8 n m 程度のシリコン酸化膜よりなるゲート絶縁膜 2 4 を形成する。

【 0 0 6 8 】

次いで、例えば C V D 法により、例えば膜厚 5 0 ~ 1 0 0 n m (中心条件 : 5 0 n m) の磷をドーブしたポリシリコン膜と、例えば膜厚 1 0 0 ~ 2 0 0 n m (中心条件 : 1 5 0 n m) のタングステンシリサイド膜と、例えば膜厚 1 0 0 ~ 2 0 0 n m (中心条件 : 1 5 0 n m) のシリコン酸化膜とを順次堆積する。

【 0 0 6 9 】

次いで、フォトリソグラフィー及びドライエッチングにより、シリコン酸化膜、タングステンシリサイド膜及びポリシリコン膜をパターニングし、上面がシリコン酸化膜 2 6 により覆われたポリサイド構造のゲート電極 2 8 を形成する。この際、トランスファートランジスタ T G のゲート電極 2 8_{TG} は、図 2 に示すように、列方向に隣接するピクセルのセレクトトランジスタ S e l e c t のゲート電極 2 8_{SEL} と連続する一つのパターンにより形成する。

【 0 0 7 0 】

次いで、ゲート電極 2 8 をマスクとして、例えば磷イオンを、加速エネルギーを 1 0 ~ 3 0 k e V (中心条件 : 2 0 k e V)、ドーズ量を $2 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ (中心条件 : $4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$) としてイオン注入を行い、N 型トランジスタの L D D 領域となる不純物拡散領域 3 0 を形成する。

【 0 0 7 1 】

次いで、フォトダイオード P D の形成領域に、例えば磷イオンを、加速エネル

ギーを $20 \sim 200 \text{ keV}$ (中心条件: 80 keV)、ドーズ量を $1 \times 10^{12} \sim 5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ (中心条件: $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$) としてイオン注入を行い、埋め込みN型層32を形成する。なお、素子分離膜22と埋め込みN型層32とは、 $0.2 \mu\text{m}$ 程度離間する。一方、埋め込みN型層32は、トランスファートランジスタのゲート電極28_{TG}に対しては自己整合的に形成する。

【0072】

なお、フローティングディフュージョンFDは、フォトダイオードPDの形成領域と同様にジャンクションリークが少ないことが要求されるため、フローティングディフュージョンFDにも埋め込みN型層32を形成するようにしてもよい。フローティングディフュージョンFDにおけるジャンクションリークを更に低減する観点から、フローティングディフュージョンFDのみに、例えばリンイオンを、加速エネルギーを $10 \sim 30 \text{ keV}$ 、ドーズ量を $1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 程度の濃度の高い条件でイオン注入するようにしてもよい。

【0073】

次いで、フォトダイオード形成領域に、例えばボロンイオンを、加速エネルギーを $5 \sim 10 \text{ keV}$ 、ドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ として、或いは BF_2 イオンを、加速エネルギーを 30 keV 、ドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ としてイオン注入し、フォトダイオード形成領域の表面側に、 P^+ 層34を形成する(図7(a))。なお、 P^+ 層34は、図示しないP型トランジスタのLDD領域となる不純物拡散領域と同時に形成することができる。

【0074】

次いで、例えばCVD法により、例えば膜厚 $50 \sim 150 \text{ nm}$ (中心条件: 100 nm) のシリコン酸化膜36を形成する。

【0075】

次いでフォトリソグラフィによりフォトダイオード領域及びフローティングディフュージョン領域を覆うマスク(図示せず)を形成した後、シリコン酸化膜36を異方性エッチングし、ゲート電極28の側壁にシリコン酸化膜36よりなる側壁絶縁膜38を形成するとともに、フォトダイオード領域及びフローティングディフュージョン領域にシリコン酸化膜36を残存させる。

【 0 0 7 6 】

次いで、ゲート電極 2 8、シリコン酸化膜 3 6 及び側壁絶縁膜 3 8 をマスクとして、例えばリンイオンを、加速エネルギーを $10 \sim 30 \text{ keV}$ (中心条件: 20 keV)、ドーズ量を $1 \sim 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ (中心条件: $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$) としてイオン注入を行い、N型トランジスタのソース/ドレイン領域となる高濃度不純物拡散領域 4 0 を形成する。

【 0 0 7 7 】

また、図示しないP型トランジスタ形成領域には、例えばボロンイオンを、加速エネルギーを $5 \sim 10 \text{ keV}$ (中心条件: 7 keV)、ドーズ量を $1 \sim 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ (中心条件: $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$) としてイオン注入を行い、P型トランジスタのソース/ドレイン領域となる高濃度不純物拡散領域 (図示せず) を形成する。

【 0 0 7 8 】

次いで、例えばスパッタ法によりチタン膜又はコバルト膜を堆積し、RTA熱処理を行い、未反応のまま残存するチタン膜又はコバルト膜を除去することにより、表面にシリコンが露出した領域上に金属シリサイド膜 4 2 を選択的に形成する。この際、フォトダイオード領域及びフローティングディフュージョン領域上にはシリコン酸化膜 3 8 が形成されているため、金属シリサイド膜 4 2 は形成されない (図 7 (b))。

【 0 0 7 9 】

次いで、例えばプラズマCVD法により、例えば膜厚 $50 \sim 200 \text{ nm}$ のシリコン窒化膜 (或いはシリコン窒化酸化膜) 4 4 と、例えば膜厚 $700 \sim 1500 \text{ nm}$ (中心条件: 1000 nm) のシリコン酸化膜 4 6 を堆積する。

【 0 0 8 0 】

次いで、例えばCMP法により、シリコン酸化膜 4 6 の表面を研磨して平坦化する。

【 0 0 8 1 】

次いで、フォトリソグラフィー及びドライエッチングにより、シリコン酸化膜 4 6 及びシリコン窒化膜 4 4 に、ゲート電極 2 8 或いはソース/ドレイン拡散層

上に形成された金属シリサイド膜 4 2 に達するコンタクトホール 4 6 を形成する。

【0082】

次いで、例えば CVD 法により、例えば膜厚 10～50 nm のチタン膜と、例えば膜厚 10～100 nm の窒化チタン膜と、例えば膜厚 100～800 nm のタングステン膜とを堆積した後、シリコン酸化膜 4 6 が露出するまで CMP 法によりこれら膜を研磨し、コンタクトホール 4 6 に埋め込まれたコンタクトプラグ 4 8 を形成する（図 7（c））。

【0083】

次いで、コンタクトプラグ 4 8 が埋め込まれたシリコン酸化膜 4 6 上に、例えばスパッタ法により膜厚 400～1000 nm アルミ合金層を堆積してパターンニングし、第 1 金属配線層 5 0 を形成する。

【0084】

次いで、層間絶縁膜の堆積、ビアホールの形成、配線層の形成を繰り返し行い、層間絶縁膜 5 2 に埋め込まれたコンタクトプラグ 5 4 を介して第 1 金属配線層 5 0 に接続された第 2 金属配線層 5 6 と、層間絶縁膜 5 8 に埋め込まれたコンタクトプラグ 6 0 を介して第 2 金属配線層 5 6 に接続された第 3 金属配線層 6 2 とを形成する（図 8）。

【0085】

このように、本実施形態によれば、トランスファートランジスタのゲート電極とセレクトトランジスタのゲート電極を、連続する一つのパターンにより形成するので、第 1 金属配線層が下層に接続するためのコンタクトホールを 1 つ削減することができる。これにより、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョンの面積を広げることが可能となり、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を広くすることができる。

【0086】

また、第 3 金属配線層では RST 線のみを構成すればよいので、第 3 金属配線層を、フローティングディフュージョンを遮光するための遮光膜として利用する

ことができる。したがって、一括シャッター方式による読み出しにおいても、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる。

【0087】

さらに、本実施形態の個体撮像装置における Select 線と TG 線との共通化においては、一括シャッター動作では以下のような利点を有する。図 6 3 に示したローリングシャッター方式では、各 n 行の読み出し動作でのフォトダイオード PD からフローティングディフュージョン FD への電荷転送において、 $n+1$ 行の Select 線も ON するため、信号読み出し線と $n+1$ 行ピクセルが導通してしまい、余分な電流を生じてしまう。しかも、各 n 行読み出しにおいてこの状態が生じるため、1 回の撮像において行数分（数百回）の余分な電流が生じる。一方、上記一括シャッター方式では、TG 線（隣接行の Select 線）が ON するのは全行一括であるため、一括リセットと一括電荷転送（フォトダイオード PD からフローティングディフュージョン FD への電荷転送）の 2 回しか、余分な電流は生じない。このように、一括シャッター方式は、Select/TG を共通化した場合に生じる余分な電流を小さくできる利点を有する読み出し方式である。

【0088】

〔第 2 実施形態〕

本発明の第 2 実施形態による固体撮像装置について図 9 乃至図 12 を用いて説明する。

【0089】

図 9 乃至図 12 は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図 1 乃至図 8 に示す第 1 実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0090】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除き、回路図、動作及び製造方法については第 1 実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第 n 行目に位置する各ピクセルのトランスファートランジスタ TG のゲート端子を共通接続す

るTG線と、第 $n+1$ 行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタ $Select$ のゲート端子を共通接続する $Select$ 線とが、共通の配線($Select/TG$ 線)により構成されている。

【0091】

本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図9乃至図12を用いて説明する。なお、図9はピクセルアレー部10における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図10はピクセルアレー部における第1金属配線のレイアウトを示す平面図、図11はピクセルアレー部における第2金属配線のレイアウトを示す平面図、図12はピクセルアレー部における第3金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【0092】

図9に示すように、シリコン基板20上には、素子分離膜22により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。

【0093】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極 28_{TG} 、リセットトランジスタRSTのゲート電極 28_{RST} 、ソースフォロワトランジスタSF-Trのゲート電極 28_{SF} 、セレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} である。また、ゲート電極28と同一の導電層(ゲート配線)により $Select/TG$ 線28aが形成されており、 $Select/TG$ 線28a、この $Select/TG$ 線28aに接続されるゲート電極 28_{TG} 、この $Select/TG$ 線28aに接続されるゲート電極 28_{SEL} とが、一つのパターンにより構成されている。

【0094】

図10に示すように、第1金属配線層50は、コンタクトプラグ48dを介してゲート電極 28_{RST} に接続されたRST線50fと、コンタクトプラグ48b及びコンタクトプラグ48cを介してフローティングディフュージョン領域FD

とゲート電極 28_{SF} とを接続する配線層 $50b$ と、リセットトランジスタ RST 及びソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のドレイン領域及びセレクトトランジスタ $Select$ のソース領域に、それぞれコンタクトプラグ $48e$, $48f$ を介して接続された引き出し配線 $50d$, $50e$ とを有している。

【0095】

図11に示すように、第2金属配線層 56 は、コンタクトプラグ $54a$ を介してリセットトランジスタ RST 及びソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のドレイン領域に電氣的に接続された VR 線 $56a$ と、コンタクトプラグ $54b$ を介してセレクトトランジスタ $Select$ のソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線 $56b$ とを有している。

【0096】

図12に示すように、第3金属配線層 62 は、信号線ではなく、フォトダイオード PD 領域を露出し、フローティングディフュージョン FD 領域を含むピクセルの他の領域を覆う遮光膜 $62b$ を構成している。なお、一括シャッタ方式による読み出しを行わない場合には、必ずしも遮光膜 $62b$ を形成する必要はない。

【0097】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、ゲート配線により $Select/TG$ 線 $28a$ が形成されており、この $Select/TG$ 線 $28a$ に接続されるゲート電極 28_{TG} と、この $Select/TG$ 線 $28a$ に接続されるゲート電極 28_{SEL} とが連続する一つのパターンにより形成されており、第1層金属配線層 50 により RST 線 $50f$ を、第2層金属配線層 56 により VR 線 $56a$ 及び信号読み出し線 $56b$ を、第3層金属配線層 62 により遮光膜 $62b$ を構成していることに主たる特徴がある。

【0098】

したがって、第1実施形態の場合と同様に、上層の金属配線層のレイアウトに自由度を持たせることができる。また、第3金属配線層では信号線を構成する必要がなく、第3金属配線層を遮光膜のみに利用することができる。したがって、フローティングディフュージョン FD の遮光を効果的に行うことができ、一括シャッタ方式を用いるうえで極めて有効である。

【 0 0 9 9 】

このように、本実施形態によれば、Select/TG線、トランスファートランジスタのゲート電極及びセレクトトランジスタのゲート電極を、連続する一つのパターンにより形成するので、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョンの面積を広げることが可能となり、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を広くすることができる。

【 0 1 0 0 】

また、第3金属配線層では信号線を形成する必要はなく、遮光膜を形成するために用いることができる。したがって、一括シャッタ方式による読み出しが可能であり、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる。

【 0 1 0 1 】

[第3実施形態]

本発明の第3実施形態による固体撮像装置について図13乃至図16を用いて説明する。

【 0 1 0 2 】

図13乃至図16は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図1乃至図12に示す第1及び第2実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【 0 1 0 3 】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除き、回路図、動作及び製造方法については第1実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第n行目に位置する各ピクセルのトランスファートランジスタTGのゲート端子を共通接続するTG線と、第n+1行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタSelectのゲート端子を共通接続するSelect線とが、共通の配線（Select/TG線）により構成されている。

【 0 1 0 4 】

本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図13乃至図16

を用いて説明する。なお、図13はピクセルアレー部10における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図14はピクセルアレー部における第1金属配線のレイアウトを示す平面図、図15はピクセルアレー部における第2金属配線のレイアウトを示す平面図、図16はピクセルアレー部における第3金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【0105】

図13に示すように、シリコン基板20上には、素子分離膜22により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。第1及び第2実施形態による固体撮像装置の活性領域との関係からいえば、第1及び第2実施形態による固体撮像装置の活性領域を90度、反時計回り方向に回したような配置となっている。

【0106】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極 28_{TG} 、リセットトランジスタRSTのゲート電極 28_{RST} 、ソースフォロワートランジスタSF-Trのゲート電極 28_{SF} 、セレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} である。ゲート電極 28_{TG} は、列方向に隣接するピクセルのゲート電極 28_{SEL} と連続する一つのパターンにより形成されている。

【0107】

図14に示すように、第1金属配線層50は、コンタクトプラグ48aを介してゲート電極 28_{TG} 及びゲート電極 28_{SEL} に接続されたSelect/TG線50aと、コンタクトプラグ48b及びコンタクトプラグ48cを介してフローティングディフュージョン領域FDとゲート電極 28_{SF} とを接続する配線層50bと、ゲート電極 28_{RST} 、リセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域及びセレクトトランジスタSelectのソース領域に、それぞれコンタクトプラグ48d, 48e, 48fを介して接続された引き出し配線50c, 50d, 50eとを有している。

【0108】

図15に示すように、第2金属配線層56は、コンタクトプラグ54aを介してリセットトランジスタRST及びソースフォロワトランジスタSF-Trのドレイン領域に電氣的に接続されたVR線56aと、コンタクトプラグ54bを介してセレクトトランジスタSelectのソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線56bと、コンタクトプラグ54cを介してゲート電極28_{RST}に電氣的に接続された引き出し配線56cとを有している。

【0109】

図16に示すように、第3金属配線層62は、コンタクトプラグ60aを介してゲート電極28_{RST}に電氣的に接続されたRST線62aを有している。

【0110】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、第1実施形態による固体撮像装置と同様に、ゲート電極28_{TG}とゲート電極28_{SEL}とが連続する一つのパターンにより形成されており、第1層金属配線層50によりSelect/TG線50aを、第2層金属配線層56によりVR線56a及び信号読み出し線56bを、第3層金属配線層62によりRST線62aを構成している。

【0111】

本実施形態による固体撮像装置の主たる特徴は、上記ゲート電極28の配置にある。図13に示すように、ピクセルの右側の領域には、ゲート電極28_{RST}、ゲート電極28_{SF}、ゲート電極28_{SEL}が、列方向に隣接して並行に配置されている。そして、ピクセルの左側の領域には、ゲート電極28_{TG}とフォトダイオードPDとが列方向に隣接して配置されている。すべてのゲート電極は、行方向に延在するように、すなわち行方向がゲート幅方向となるように配置されている。

【0112】

このようにしてゲート電極28を配置することにより、フォトダイオードPDの面積を維持しつつ、フローティングディフュージョンFDを行方向に伸ばして配置することができ、その面積を拡大することができる。また、フローティングディフュージョンFDの延在方向（行方向）に沿ってゲート電極28_{TG}を配置するため、トランスファートランジスタのチャネル幅を容易に大きくすることがで

きる。また、トランスファートランジスタTGをピクセル上端に近い箇所に配置し、セレクトトランジスタSelectをピクセル下端に近い箇所に配置するので、ゲート電極28_{TG}とゲート電極28_{SEL}との接続を容易に行うことができる。

【0113】

このように、本実施形態によれば、リセットトランジスタのゲート電極、ソースフォロトランジスタのゲート電極及びセレクトトランジスタのゲート電極を列方向に隣接して並行に配置し、トランスファートランジスタのゲート電極とフォトダイオードとを列方向に隣接して配置するので、フォトダイオードの面積そのままにフローティングディフュージョンの面積を拡大することができる。また、あるピクセルのトランスファートランジスタと隣接するピクセルのセレクトトランジスタとを近くに配置することができるので、これらの接続を容易にすることができる。

【0114】

なお、上記実施形態では、列方向に隣接するピクセルのゲート電極28_{TG}とゲート電極28_{SEL}とを連続する一つのパターンにより形成したが、図17に示すように、対角方向に隣接するピクセルのゲート電極28_{TG}とゲート電極28_{SEL}とを連続する一つのパターンにより形成するようにしてもよい。こうすることにより、ゲート配線長を短くすることが可能である。

【0115】

〔第4実施形態〕

本発明の第4実施形態による固体撮像装置について図18乃至図21を用いて説明する。

【0116】

図18乃至図21は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図1乃至図17に示す第1乃至第3実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0117】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除

き、回路図、動作及び製造方法については第 1 実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第 n 行目に位置する各ピクセルのトランスファートランジスタ TG のゲート端子を共通接続する TG 線と、第 $n + 1$ 行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタ $Select$ のゲート端子を共通接続する $Select$ 線とが、共通の配線 ($Select / TG$ 線) により構成されている。

【 0 1 1 8 】

本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図 1 8 乃至図 2 1 を用いて説明する。なお、図 1 8 はピクセルアレー部 1 0 における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図 1 9 はピクセルアレー部における第 1 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 2 0 はピクセルアレー部における第 2 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 2 1 はピクセルアレー部における第 3 金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【 0 1 1 9 】

図 1 8 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。

【 0 1 2 0 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように 4 つのゲート電極 2 8 が形成されている。これらゲート電極 2 8 は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタ TG のゲート電極 28_{TG} 、リセットトランジスタ RST のゲート電極 28_{RST} 、ソースフォロワートランジスタ $SF-Tr$ のゲート電極 28_{SF} 、セレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} である。ゲート電極 28_{TG} は、体格方向に隣接するピクセルのゲート電極 28_{SEL} と連続する一つのパターンにより形成されている。

【 0 1 2 1 】

図 1 9 に示すように、第 1 金属配線層 5 0 は、コンタクトプラグ 4 8 a を介してゲート電極 28_{TG} 及びゲート電極 28_{SEL} に接続された $Select / TG$ 線

5 0 a と、コンタクトプラグ 4 8 b 及びコンタクトプラグ 4 8 c を介してフローティングディフュージョン領域 F D とゲート電極 2 8_{SF} とを接続する配線層 5 0 b と、ゲート電極 2 8_{RST}、リセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域及びセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に、それぞれコンタクトプラグ 4 8 d, 4 8 e, 4 8 f を介して接続された引き出し配線 5 0 c, 5 0 d, 5 0 e とを有している。

【 0 1 2 2 】

図 2 0 に示すように、第 2 金属配線層 5 6 は、コンタクトプラグ 5 4 a を介してリセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域に電氣的に接続された V R 線 5 6 a と、コンタクトプラグ 5 4 b を介してセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線 5 6 b と、コンタクトプラグ 5 4 c を介してゲート電極 2 8_{RST} に電氣的に接続された引き出し配線 5 6 c とを有している。

【 0 1 2 3 】

図 2 1 に示すように、第 3 金属配線層 6 2 は、コンタクトプラグ 6 0 a を介してゲート電極 2 8_{RST} に電氣的に接続された R S T 線 6 2 a を有している。

【 0 1 2 4 】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、第 1 実施形態による固体撮像装置と同様に、ゲート電極 2 8_{TG} とゲート電極 2 8_{SEL} とが連続する一つのパターンにより形成されており、第 1 層金属配線層 5 0 により S e l e c t / T G 線 5 0 a を、第 2 層金属配線層 5 6 により V R 線 5 6 a 及び信号読み出し線 5 6 b を、第 3 層金属配線層 6 2 により R S T 線 6 2 a を構成している。

【 0 1 2 5 】

本実施形態による固体撮像装置の主たる特徴は、上記ゲート電極 2 8 の配置にある。図 1 8 に示すように、ゲート電極 2 8_{TG} をピクセル右上近傍に配置し、ゲート電極 2 8_{SEL} をピクセル左下近傍に配置し、対角方向に位置するピクセルのゲート電極 2 8_{TG} とゲート電極 2 8_{SEL} とを連続する一つのパターンにより形成している。また、ゲート電極 2 8_{SF} とゲート電極 2 8_{SEL} とが行方向に隣接して並行に配置されている。このようにしてゲート電極 2 8 を配置することにより、

フォトダイオードPDの面積を維持しつつ、ゲート電極28_{TG}及びゲート電極28_{RST}のチャンネル長を長くすることができる。これにより、これらトランジスタの閾値電圧 V_{th} を低くすることができる。ソースフォロワトランジスタSF-T_rの閾値電圧を低くできると、信号電圧($V_R - V_{th}$)を大きくすることができる、信号レンジを大きくとることができる。また、トランスファートランジスタTGの閾値電圧を低くできると、フォトダイオードPDからフローティングディフュージョンFDへの信号電荷転送をスムーズに行うことができる。

【0126】

このように、本実施形態によれば、対角方向に位置するピクセルのトランスファージェートのゲート電極とセレクトトランジスタのゲート電極とを連続する一つのパターンにより形成するので、フォトダイオードの面積を維持しつつ、トランスファートランジスタの及びリセットトランジスタのチャンネル長を長くすることができる。これにより、これらトランジスタの V_{th} を低くすることができる。

【0127】

〔第5実施形態〕

本発明の第5実施形態による固体撮像装置について図22乃至図25を用いて説明する。

【0128】

図22乃至図25は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図1乃至図21に示す第1乃至第4実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0129】

本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図22乃至図25を用いて説明する。なお、図22はピクセルアレー部10における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図23はピクセルアレー部における第1金属配線のレイアウトを示す平面図、図24はピクセルアレー部における第2金属配線のレイアウトを示す平面図、図25はピクセルアレー部における第3金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【0130】

図 2 2 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。第 1 及び第 2 実施形態による固体撮像装置の活性領域との関係からいえば、第 1 及び第 2 実施形態による固体撮像装置の活性領域を 9 0 度、反時計回り方向に回したような配置となっている。

【 0 1 3 1 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように 4 つのゲート電極 2 8 が形成されている。これらゲート電極 2 8 は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタ T G のゲート電極 2 8_{TG}、リセットトランジスタ R S T のゲート電極 2 8_{RST}、ソースフォロワトランジスタ S F - T r のゲート電極 2 8_{SF}、セレクトトランジスタのゲート電極 2 8_{SEL}である。また、ゲート電極 2 8 と同一の導電層（ゲート配線）により S e l e c t / T G 線 2 8 a が形成されており、S e l e c t / T G 線 2 8 a、この S e l e c t / T G 線 2 8 a に接続されるゲート電極 2 8_{TG}、この S e l e c t / T G 線 2 8 a に接続されるゲート電極 2 8_{SEL}とが、一つのパターンにより構成されている。

【 0 1 3 2 】

図 2 3 に示すように、第 1 金属配線層 5 0 は、コンタクトプラグ 4 8 d を介してゲート電極 2 8_{RST} に接続された R S T 線 5 0 f と、コンタクトプラグ 4 8 b 及びコンタクトプラグ 4 8 c を介してフローティングディフュージョン領域 F D とゲート電極 2 8_{SF} とを接続する配線層 5 0 b と、リセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域及びセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に、それぞれコンタクトプラグ 4 8 e, 4 8 f を介して接続された引き出し配線 5 0 d, 5 0 e とを有している。

【 0 1 3 3 】

図 2 4 に示すように、第 2 金属配線層 5 6 は、コンタクトプラグ 5 4 a を介してリセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域に電氣的に接続された V R 線 5 6 a と、コンタクトプラグ 5 4 b を介してセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に電氣的に接続された信号

読み出し線 5 6 b とを有している。

【 0 1 3 4 】

図 2 5 に示すように、第 3 金属配線層 6 2 は、信号線ではなく、フォトダイオード P D 領域を露出し、フローティングディフュージョン F D 領域を含むピクセルの他の領域を覆う遮光膜 6 2 b を構成している。

【 0 1 3 5 】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、第 2 実施形態による固体撮像装置と同様に、ゲート配線により S e l e c t / T G 線 2 8 a が形成されており、この S e l e c t / T G 線 2 8 a に接続されるゲート電極 2 8_{TG} と、この S e l e c t / T G 線 2 8 a に接続されるゲート電極 2 8_{SEL} とが連続する一つのパターンにより形成されており、第 1 層金属配線層 5 0 により R S T 線 5 0 f を、第 2 層金属配線層 5 6 により V R 線 5 6 a 及び信号読み出し線 5 6 b を、第 3 層金属配線層 6 2 により遮光膜 6 2 b を構成している。また、活性領域及びゲート電極 2 8 のレイアウトに第 3 実施形態による固体撮像装置と同様のレイアウトを用いている。

【 0 1 3 6 】

したがって、本実施形態による固体撮像装置によれば、第 2 実施形態による固体撮像装置の場合と同様に、金属配線層のレイアウトに自由度を持たせることができるとともに、第 3 金属配線層を遮光膜のみに利用することができる。これにより、フローティングディフュージョンの遮光を効果的に行うことができ、一括シャッタ方式を用いるうえで極めて有効である。

【 0 1 3 7 】

また、第 3 実施形態による固体撮像装置の場合と同様に、フォトダイオードの面積そのままにフローティングディフュージョンの面積を拡大することができる。また、あるピクセルのトランスファートランジスタと隣接するピクセルのセレクトトランジスタとを近くに配置することができるので、これらの接続を容易にすることができる。

【 0 1 3 8 】

〔第 6 実施形態〕

本発明の第 6 実施形態による固体撮像装置について図 2 6 乃至図 2 9 を用いて説明する。

【 0 1 3 9 】

図 2 6 乃至図 2 9 は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図 1 乃至図 2 5 に示す第 1 乃至第 5 実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【 0 1 4 0 】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除き、回路図、動作及び製造方法については第 1 実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第 n 行目に位置する各ピクセルのトランスファートランジスタ TG のゲート端子を共通接続する TG 線と、第 $n + 1$ 行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタ $Select$ のゲート端子を共通接続する $Select$ 線とが、共通の配線 ($Select / TG$ 線) により構成されている。

【 0 1 4 1 】

次に、本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図 2 6 乃至図 2 9 を用いて説明する。なお、図 2 6 はピクセルアレー部 1 0 における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図 2 7 はピクセルアレー部における第 1 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 2 8 はピクセルアレー部における第 2 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 2 9 はピクセルアレー部における第 3 金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【 0 1 4 2 】

図 2.6 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。第 1 及び第 2 実施形態による固体撮像装置の活性領域との関係からいえば、第 1 及び第 2 実施形態による固体撮像装置の活性領域を 9 0 度、反時計回り方向に回したような配置となっている。

【 0 1 4 3 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極28_{TG}、リセットトランジスタRSTのゲート電極28_{RST}、ソースフォロワートランジスタSF-Trのゲート電極28_{SF}、セレクトトランジスタのゲート電極28_{SEL}である。また、ゲート電極28と同一の導電層（ゲート配線）によりSelect/TG線28aが形成されており、Select/TG線28a、このSelect/TG線28aに接続されるゲート電極28_{TG}、このSelect/TG線28aに接続されるゲート電極28_{SEL}とが、一つのパターンにより構成されている。

【0144】

図27に示すように、第1金属配線層50は、コンタクトプラグ48dを介してゲート電極28_{RST}に接続されたRST線50fと、コンタクトプラグ48b及びコンタクトプラグ48cを介してフローティングディフュージョン領域FDとゲート電極28_{SF}とを接続する配線層50bと、リセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域及びセレクトトランジスタSelectのソース領域に、それぞれコンタクトプラグ48e、48fを介して接続された引き出し配線50d、50eとを有している。

【0145】

図28に示すように、第2金属配線層56は、コンタクトプラグ54aを介してリセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域に電氣的に接続されたVR線56aと、コンタクトプラグ54bを介してセレクトトランジスタSelectのソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線56bとを有している。

【0146】

図29に示すように、第3金属配線層62は、信号線ではなく、フォトダイオードPD領域を露出し、フローティングディフュージョンFD領域を含むピクセルの他の領域を覆う遮光膜62bを構成している。

【0147】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、第2実施形態による固体撮像

装置と同様に、ゲート配線により S e l e c t / T G 線 2 8 a が形成されており、この S e l e c t / T G 線 2 8 a に接続されるゲート電極 2 8_{TG}と、この S e l e c t / T G 線 2 8 a に接続されるゲート電極 2 8_{SEL}とが連続する一つのパターンにより形成されており、第 1 層金属配線層 5 0 により R S T 線 5 0 f を、第 2 層金属配線層 5 6 により V R 線 5 6 a 及び信号読み出し線 5 6 b を、第 3 層金属配線層 6 2 により遮光膜 6 2 b を構成している。

【 0 1 4 8 】

したがって、本実施形態による固体撮像装置では、第 2 実施形態による固体撮像装置の場合と同様に、金属配線層のレイアウトに自由度を持たせることができるとともに、第 3 金属配線層を遮光膜のみに利用することができる。これにより、フローティングディフュージョンの遮光を効果的に行うことができ、一括シャッタ方式を用いるうえで極めて有効である。

【 0 1 4 9 】

また、第 5 実施形態による固体撮像装置の場合と同様に、ピクセルの右側の領域には、ゲート電極 2 8_{RST}、ゲート電極 2 8_{SF}、ゲート電極 2 8_{SEL} が、列方向に隣接して並行に配置されている。特に、本実施形態による固体撮像装置では、ゲート電極 2 8 に対して自己整合でコンタクトホールを形成するため、ゲート電極 2 8 間の間隔をより狭めてデザインすることができる。この結果、第 5 実施形態による固体撮像装置ではフローティングディフュージョン F D に接続するコンタクトプラグ 4 8 b をフォトダイオード P D の上側に配置する必要があったが（図 2 3 参照）、本実施形態による固体撮像装置ではコンタクトプラグ 4 8 b, 4 8 e, 4 8 f を、ゲート電極 2 8_{RST}、ゲート電極 2 8_{SF}、ゲート電極 2 8_{SEL} に隣接して配置することができる。これにより、フォトダイオード P D 及びフローティングディフュージョン F D の面積を増大することができる。また、トランスファートランジスタのゲート長を長くすることも可能となり、閾値電圧 V_{th} を低くすることもできる。

【 0 1 5 0 】

次に、本実施形態による固体撮像装置の製造方法について図 3 0 を用いて説明する。

【 0 1 5 1 】

まず、例えば図 7 (a) ～図 7 (b) に示す第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法と同様にして、シリコン基板 2 0 上に、素子分離膜 2 2、ゲート電極 2 8、金属シリサイド膜 4 2、シリコン酸化膜 3 6 等を形成する。この際、ゲート電極 2 8 にコンタクトを形成する部位では、ゲート電極 2 8 のパターンニング前に、シリコン酸化膜 2 6 を予め除去しておく。また、周辺回路用トランジスタのゲート電極 2 8 の側壁を覆う側壁絶縁膜 3 8 を形成する際には、ピクセル内のシリコン酸化膜 3 6 を残存するようにする (図 3 0 (a)) 。

【 0 1 5 2 】

次いで、例えばプラズマ C V D 法により、例えば膜厚 7 0 n m のシリコン窒化膜 (或いはシリコン窒化酸化膜) 4 4 と、例えば膜厚 7 0 0 ～ 1 5 0 0 n m (中心条件 : 1 0 0 0 n m) のシリコン酸化膜 4 5 ' を堆積する。

【 0 1 5 3 】

次いで、例えば C M P 法により、シリコン酸化膜 4 5 ' の表面を研磨して平坦化する。

【 0 1 5 4 】

次いで、フォトリソグラフィー及びドライエッチングにより、シリコン酸化膜 4 5 ' 、シリコン窒化膜 4 4 及びシリコン酸化膜 3 6 に、コンタクトホール 4 6 ' を形成する。このとき、シリコン酸化膜 4 5 ' 、シリコン窒化膜 4 4 及びシリコン酸化膜 3 6 は、互いにエッチング選択比を確保できるエッチング条件を用い、順次エッチングする。これにより、ゲート電極 2 8_{RST} とゲート電極 2 8_{SF} との間及びゲート電極 2 8_{SEL} と S e l e c t / T G 線 2 8 a との間のコンタクトホールを、ゲート電極 2 8 に対して自己整合で開口することができる。この際、シリコン酸化膜 3 6 はゲート電極 2 8 の側壁に残存して側壁絶縁膜 3 8 となるため、コンタクトホール 4 6 ' 内にゲート電極 2 8 が露出することはない。

【 0 1 5 5 】

次いで、例えば C V D 法により、例えば膜厚 3 0 0 n m 程度の燐をドーブしたポリシリコン膜を堆積した後、シリコン酸化膜 4 5 の表面が露出するまで C M P 法により研磨し、コンタクトホール 4 6 ' 内に埋め込まれたコンタクトプラグ 4

8' を形成する（図 3 0（b））。

【 0 1 5 6 】

次いで、コンタクトプラグ 4 8' が埋め込まれたシリコン酸化膜 4 5 上に、例えば CVD 法により、例えば膜厚 2 0 0 ~ 5 0 0 n m（中心条件：5 0 0 n m）のシリコン酸化膜 4 5'' を堆積する。

【 0 1 5 7 】

次いで、フォトリソグラフィー及びドライエッチングにより、シリコン酸化膜 4 5'', 4 5', シリコン窒化膜 4 4 及びシリコン酸化膜 3 6 に、コンタクトホール 4 6'' を形成する。このとき、シリコン酸化膜 4 5'', 4 5', シリコン窒化膜 4 4 及びシリコン酸化膜 3 6 は、互いにエッチング選択比を確保できるエッチング条件を用い、順次エッチングする。

【 0 1 5 8 】

次いで、例えば CVD 法により、例えば膜厚 1 0 ~ 5 0 n m のチタン膜と、例えば膜厚 1 0 ~ 1 0 0 n m の窒化チタン膜と、例えば膜厚 1 0 0 ~ 8 0 0 n m のタングステン膜とを堆積した後、シリコン酸化膜 4 5'' が露出するまで CMP 法によりこれら膜を研磨し、コンタクトホール 4 6'' に埋め込まれたコンタクトプラグ 4 8'' を形成する（図 3 0（c））。

【 0 1 5 9 】

次いで、例えば図 8 に示す第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法と同様にして、第 1 乃至第 3 金属配線層等を形成する。

【 0 1 6 0 】

このように、本実施形態による固体撮像装置によれば、第 2 実施形態による固体撮像装置の場合と同様に、金属配線層のレイアウトに自由度を持たせることができるとともに、第 3 金属配線層を遮光膜のみに利用することができる。これにより、フローティングディフュージョンの遮光を効果的に行うことができ、一括シャッタ方式を用いるうえで極めて有効である。

【 0 1 6 1 】

また、第 3 実施形態による固体撮像装置の場合と同様に、フォトダイオードの面積そのままにフローティングディフュージョンの面積を拡大することができる

。また、あるピクセルのトランスファートランジスタと隣接するピクセルのセレクトトランジスタとを近くに配置することができるので、これらの接続を容易にすることができる。

【0162】

また、基板コンタクトに自己整合コンタクトを採用するので、ゲート電極の配置をより密にすることができる。これにより、フォトダイオードPD及びフローティングディフュージョンFDの面積を増大することができる。また、トランスファートランジスタのゲート長を長くすることも可能となり、閾値電圧を低くすることができる。

【0163】

なお、上記実施形態では、ゲート電極 28_{RST} とゲート電極 28_{SF} との間のコンタクト及びゲート電極 28_{SEL} とSelect/TG線 $28a$ との間のコンタクトを自己整合コンタクトとしたが、図31に示すように、ゲート電極 28_{TG} とゲート電極 28_{RST} との間のコンタクトをも自己整合コンタクトとしてもよい。これにより、トランスファートランジスタのゲート長をより長くすることができる。

【0164】

〔第7実施形態〕

本発明の第7実施形態による固体撮像装置について図32乃至図35を用いて説明する。

【0165】

図32乃至図35は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図1乃至図31に示す第1乃至第6実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0166】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除き、回路図、動作及び製造方法については第1実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第 n 行目に位置する各ピクセルのトランスファートランジスタTGのゲート端子を共通接続す

るTG線と、第 $n+1$ 行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタ $Select$ のゲート端子を共通接続する $Select$ 線とが、共通の配線 ($Select/TG$ 線) により構成されている。

【0167】

次に、本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図32乃至図35を用いて説明する。なお、図32はピクセルアレー部10における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図33はピクセルアレー部における第1金属配線のレイアウトを示す平面図、図34はピクセルアレー部における第2金属配線のレイアウトを示す平面図、図35はピクセルアレー部における第3金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【0168】

図32に示すように、シリコン基板20上には、素子分離膜22により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略Lの字形の領域とを有している。

【0169】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極 28_{TG} 、リセットトランジスタRSTのゲート電極 28_{RST} 、ソースフォロワトランジスタSF-T_rのゲート電極 28_{SF} 、セレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} である。ゲート電極 28_{TG} は、列方向に隣接するピクセルのゲート電極 28_{SEL} と連続する一つのパターンにより形成されている。

【0170】

図33に示すように、第1金属配線層50は、コンタクトプラグ48aを介してゲート電極 28_{TG} 及びゲート電極 28_{SEL} に接続された $Select/TG$ 線50aと、コンタクトプラグ48b及びコンタクトプラグ48cを介してフローティングディフュージョン領域FDとゲート電極 28_{SF} とを接続する配線層50bと、ゲート電極 28_{RST} 、リセットトランジスタRST及びソースフォロワト

ランジスタ $SF-Tr$ のドレイン領域及びセレクトトランジスタ $Select$ のソース領域に、それぞれコンタクトプラグ 48d, 48e, 48f を介して接続された引き出し配線 50c, 50d, 50e とを有している。

【0171】

図34に示すように、第2金属配線層56は、コンタクトプラグ54aを介してリセットトランジスタ RST 及びソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のドレイン領域に電氣的に接続されたVR線56aと、コンタクトプラグ54bを介してセレクトトランジスタ $Select$ のソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線56bと、コンタクトプラグ54cを介してゲート電極 28_{RST} に電氣的に接続された引き出し配線56cとを有している。

【0172】

図35に示すように、第3金属配線層62は、コンタクトプラグ60aを介してゲート電極 28_{RST} に電氣的に接続された RST 線62aを有している。

【0173】

ここで、本実施形態による固体撮像装置の主たる特徴は、活性領域が、隣接するピクセル領域に跨るように形成されている点にある。すなわち、第1乃至第6実施形態による固体撮像装置におけるピクセル領域と同様のピクセル領域を思い描いた場合、本実施形態による固体撮像装置では、フォトダイオードPD及びゲート電極 28_{TG} が一つのピクセル領域に位置し、他の構成部分が隣接する他のピクセル領域に位置している。

【0174】

このようにして活性領域をレイアウトすることにより、フローティングディフュージョンFDの面積及びトランスファートランジスタTGのチャネル幅を容易に拡大することができる。また、フローティングディフュージョンFDに対してゲート電極28を図32に示すように配置することにより、ゲート電極28の位置ずれによるフローティングディフュージョンFDの面積変動を小さくすることができる。

【0175】

このように、本実施形態によれば、1ピクセルを構成する活性領域を、2つの

単位ピクセル領域に跨がるように形成するので、フローティングディフュージョンの面積及びトランスファートランジスタのチャネル幅を容易に拡大することができる。また、ゲート電極の位置ずれによるフローティングディフュージョンFDの面積変動を小さくすることができる。

【0176】

[第8実施形態]

本発明の第8実施形態による固体撮像装置について図36乃至図39を用いて説明する。

【0177】

図36乃至図39は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図1乃至図35に示す第1乃至第6実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0178】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除き、回路図、動作及び製造方法については第1実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第n行目に位置する各ピクセルのトランスファートランジスタTGのゲート端子を共通接続するTG線と、第n+1行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタSelectのゲート端子を共通接続するSelect線とが、共通の配線（Select/TG線）により構成されている。

【0179】

次に、本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図36乃至図39を用いて説明する。なお、図36はピクセルアレー部10における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図37はピクセルアレー部における第1金属配線のレイアウトを示す平面図、図38はピクセルアレー部における第2金属配線のレイアウトを示す平面図、図39はピクセルアレー部における第3金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【0180】

図36に示すように、シリコン基板20上には、素子分離膜22により画定さ

れた活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。

【 0 1 8 1 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極28_{TG}、リセットトランジスタRSTのゲート電極28_{RST}、ソースフォロワートランジスタSF-Trのゲート電極28_{SF}、セレクトトランジスタのゲート電極28_{SEL}である。

【 0 1 8 2 】

図37に示すように、第1金属配線層50は、コンタクトプラグ48g、48hを介してゲート電極28_{TG}及びゲート電極28_{SEL}に接続されたSelect/TG線50aと、コンタクトプラグ48b及びコンタクトプラグ48cを介してフローティングディフュージョン領域FDとゲート電極28_{SF}とを接続する配線層50bと、ゲート電極28_{RST}、リセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域及びセレクトトランジスタSelectのソース領域に、それぞれコンタクトプラグ48d、48e、48fを介して接続された引き出し配線50c、50d、50eとを有している。

【 0 1 8 3 】

図38に示すように、第2金属配線層56は、コンタクトプラグ54cを介してゲート電極28_{RST}に接続されたRST線56dと、コンタクトプラグ54dを介してリセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域に接続された引き出し配線56eと、コンタクトプラグ54eを介してセレクトトランジスタSelectのソース領域に電氣的に接続された引き出し配線56fとを有している。

【 0 1 8 4 】

図39に示すように、第3金属配線層62は、コンタクトプラグ60bを介してリセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域に接続されたVR線62cと、コンタクトプラグ60cを介してセレ

クトランジスタ *Select* のソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線 6 2 d とを有している。

【0185】

このように、本実施形態によれば、第1金属配線層により *Select* / *TG* 線を構成し、第2金属配線層により *RST* 線を構成し、第3金属配線層により *VR* 線及び信号読み出し線を構成するので、*Select* 線と *TG* 線とを共通化した 4 *Tr* 型ピクセルを有する固体撮像装置を構成することができる。

【0186】

〔第9実施形態〕

本発明の第9実施形態による固体撮像装置について図40乃至図45を用いて説明する。

【0187】

図40は本実施形態による固体撮像装置の回路図、図41乃至図44は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図、図45は本実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャートである。なお、図1乃至図39に示す第1乃至第8実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0188】

はじめに、本実施形態による固体撮像装置の構造について図40乃至図44を用いて説明する。図40は、本実施形態による固体撮像装置の回路図である。なお、図40では、ピクセルアレー部10として、単位ピクセル2×2個を抜き出して描いている。

【0189】

各ピクセルは、フォトダイオード *PD* と、トランスファートランジスタ *TG* と、リセットトランジスタ *RST* と、ソースフォロワトランジスタ *SF-Tr* と、セレクトトランジスタ *Select* とにより構成されている。すなわち、本実施形態による固体撮像装置は、4 *Tr* 型ピクセルを有する固体撮像装置である。

【0190】

フォトダイオード *PD* のカソード端子には、トランスファートランジスタ *TG*

のソース端子が接続されている。フォトダイオードPDのアノード端子は設置されている。トランスファートランジスタTGのドレイン端子には、リセットトランジスタRSTのソース端子及びソースフォロワートランジスタSF-Trのゲート端子が接続されている。ソースフォロワートランジスタSF-Trのソース端子には、セレクトトランジスタSelectのドレイン端子が接続されている。

【0191】

行方向に隣接する各ピクセルには、トランスファートランジスタTGのゲート端子を共通接続するTG線が接続されている。また、各ピクセルには、第n行目に位置するピクセルのリセットトランジスタRST及び第n+1行目に位置するピクセルのセレクトトランジスタSelectのゲート端子を共通接続するセレクト(Select)／リセット(RST)線が接続されている。

【0192】

列方向に隣接する各ピクセルには、セレクトトランジスタSelectのソース端子を共通接続する信号読み出し線と、リセットトランジスタRSTのドレイン端子及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン端子を共通接続するVR(リセット電圧)線が接続されている。

【0193】

TG線及びSelect／RST線は、行選択回路12に接続されている。また、信号読み出し線は、信号読み出し／ノイズキャンセル回路14に接続されている。信号読み出し／ノイズキャンセル回路14には、ADコンバータ16を介して出力回路18が接続されている。VR線は、ほぼ電源電圧である電源又は電源電圧をチップ内部で降圧した電源に接続されている。

【0194】

このように、本実施形態による固体撮像装置では、第n行目に位置する各ピクセルのリセットトランジスタRSTのゲート端子を共通接続するRST線と、第n+1行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタSelectのゲート端子を共通接続するSelect線とが、共通の配線(Select／RST線)により構成されている。

【0195】

次に、図 4 0 に示す回路を構成するための具体的な装置構造について図 4 1 乃至図 4 4 を用いて説明する。なお、図 4 1 はピクセルアレー部 1 0 における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図 4 2 はピクセルアレー部における第 1 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 4 3 はピクセルアレー部における第 2 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 4 4 はピクセルアレー部における第 3 金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【 0 1 9 6 】

図 4 1 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。

【 0 1 9 7 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように 4 つのゲート電極 2 8 が形成されている。これらゲート電極 2 8 は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタ T G のゲート電極 28_{TG} 、リセットトランジスタ R S T のゲート電極 28_{RST} 、ソースフォロワトランジスタ S F - T r のゲート電極 28_{SF} 、セレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} である。ゲート電極 28_{RST} は、列方向に隣接するピクセルのゲート電極 28_{SEL} と連続する一つのパターンにより形成されている。

【 0 1 9 8 】

図 4 2 に示すように、第 1 金属配線層 5 0 は、コンタクトプラグ 4 8 a を介してゲート電極 28_{RST} 及びゲート電極 28_{SEL} に接続された S e l e c t / R S T 線 5 0 g と、コンタクトプラグ 4 8 b 及びコンタクトプラグ 4 8 c を介してフローティングディフュージョン領域 F D とゲート電極 28_{SF} とを接続する配線層 5 0 b と、ゲート電極 28_{TG} 、リセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域及びセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に、それぞれコンタクトプラグ 4 8 g, 4 8 e, 4 8 f を介して接続された引き出し配線 5 0 h, 5 0 d, 5 0 e とを有している。

【 0 1 9 9 】

図 4 3 に示すように、第 2 金属配線層 5 6 は、コンタクトプラグ 5 4 a を介してリセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域に電氣的に接続された V R 線 5 6 a と、コンタクトプラグ 5 4 b を介してセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線 5 6 b と、コンタクトプラグ 5 4 f を介してゲート電極 2 8_{TG} に電氣的に接続された引き出し配線 5 6 g とを有している。

【 0 2 0 0 】

図 4 4 に示すように、第 3 金属配線層 6 2 は、コンタクトプラグ 6 0 d を介してゲート電極 2 8_{TG} に電氣的に接続された T G 線 6 2 e を有している。

【 0 2 0 1 】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、第 n 行目に位置するピクセルのリセットトランジスタ R S T のゲート電極 2 8_{RST} と第 n + 1 行目に位置するピクセルのセレクトトランジスタ S e l e c t のゲート電極 2 8_{SEL} とが一つのパターンにより形成されており、第 1 層金属配線層 5 0 により S e l e c t / R S T 線 5 0 g を、第 2 層金属配線層 5 6 により V R 線 5 6 a 及び信号読み出し線 5 6 b を、第 3 層金属配線層 6 2 により T G 線 6 2 e を構成していることに主たる特徴がある。

【 0 2 0 2 】

これにより、S e l e c t 線と R S T 線とを共通の配線層で形成する場合であっても、離れた場所にあるゲート電極 2 8_{RST} とゲート電極 2 8_{SEL} とを金属配線層により接続する必要がない。したがって、第 1 金属配線層 5 0 が下層に接続するためのコンタクトホールを 1 つ削減することができ、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。

【 0 2 0 3 】

また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョン F D の面積を十分にとることができる。フローティングディフュージョン F D の面積が十分に広ければ、フローティングディフュージョン F D のウェル濃度を低くして電界を緩和できるので、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を広くすることができる。

【 0 2 0 4 】

また、図 4 1 に示すように、ピクセルの右側の領域には、ゲート電極 28_{RST} 、ゲート電極 28_{SF} 、ゲート電極 28_{SEL} が、列方向に隣接して並行に配置されている。そして、ピクセルの左側の領域には、ゲート電極 28_{TG} とフォトダイオード PD とが列方向に隣接して配置されている。すべてのゲート電極は、行方向に延在するように、すなわち行方向がゲート幅方向となるように配置されている。このようにしてゲート電極 28 を配置することにより、フォトダイオード PD の面積を維持しつつ、フローティングディフュージョン FD を行方向に伸ばして配置することができ、その面積を拡大することができる。また、フローティングディフュージョン FD の延在方向（行方向）に沿ってゲート電極 28_{TG} を配置するため、トランスファートランジスタのチャネル幅を容易に大きくすることができる。また、リセットトランジスタ RST をピクセル上端に近い箇所に配置し、セレクトトランジスタ Select をピクセル下端に近い箇所に配置するので、ゲート電極 28_{RST} とゲート電極 28_{SEL} との接続を容易に行うことができる。

【 0 2 0 5 】

次に、本実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法について図 4 5 を用いて説明する。本実施形態では、一括シャッタ方式とよばれる画像読み出し方法について説明する。一括シャッタ方式では、ローリングシャッタ方式のようにピクセル間における受光時間差が生じないため、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる。なお、本実施形態による固体撮像装置は、例えば特許文献 4 に記載のようなローリングシャッタ方式による読み出しも可能である。

【 0 2 0 6 】

図 4 5 は、本実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイミングチャートである。図 4 5 (a) は $n+1$ 行目のピクセルにおけるタイムチャートであり、図 4 5 (b) は n 行目のピクセルにおけるタイムチャートである。各図において、縦軸が正電圧を示し、横軸が時間を示している。

【 0 2 0 7 】

まず、全行の TG 線及び Select / RST 線に信号を印加し、全行のフォトダイオード PD 及びフローティングディフュージョン FD の一括リセットを行

う。これにより、フォトダイオードPD及びフローティングディフュージョンFDがリセットされ、これらの電圧が所定値まで増加する。

【0208】

次いで、TG線に印加するリセット信号をオフにすると、フォトダイオードPDによる受光が開始され、フォトダイオードPD内で電子が発生し、フォトダイオードPDの電圧が徐々に減少する。

【0209】

次いで、全行のSelect/RST線に一括でリセット信号を印加する。これにより、フローティングディフュージョンFDのみが一括リセットされる。Select/RST線にリセット信号を印加すると、フローティングディフュージョンFDがリセットされ、フローティングディフュージョンFDの電圧がリセット電圧VR (=VR1) を反映した所定値に安定する。

【0210】

次いで、全行のTG線をオンにし、フォトダイオードPD内の電荷をフローティングディフュージョンFDに転送する。これにより、フローティングディフュージョンFDの電圧が転送された電荷量に応じた分だけ低下する。

【0211】

フローティングディフュージョンFDの一括リセットの際、リセットトランジスタRSTとともにセレクトトランジスタSelectもオンになるので、信号読み出し線は周辺部読み出し回路と切断されたハイインピーダンス状態にしておくことが望ましい。

【0212】

次いで、1行目から順次読み出し動作を行う。本実施形態では、まずn行目の読み出し動作を行い、次にn+1行目の読み出し動作を行う場合を例にして説明する。

【0213】

まず、n行目の読み出しを行うために、n行目のSelect/RST線にセレクト信号を印加する。これにより、信号読み出し線には、フォトダイオードPDに蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を減じた電圧、すなわちリ

セット電圧 V_R - 閾値電圧 V_{th} - 電圧変化量 ΔV に相当する電圧が出力される (V_{signal} 読み出し)。

【 0 2 1 4 】

次いで、 n 行目の $Select/RST$ 線にリセット信号を印加すると、フローティングディフュージョン FD がリセットされ、フローティングディフュージョン FD の電圧がリセット電圧 V_R ($=V_{R2}$) を反映した所定値に安定する。この電圧が、ソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のゲート端子に印加される。そして、信号読み出し線には、リセット電圧 V_R - 閾値電圧 V_{th} に相当する電圧が出力される (V_R 読み出し)。

【 0 2 1 5 】

次いで、信号読み出し/ノイズキャンセル回路 12 により、 V_R 読み出し電圧 ($V_R - V_{th}$) と V_{signal} 読み出し電圧 ($V_R - V_{th} - \Delta V$) との差分を求め、電圧変化量 ΔV を得る。こうして、 n 行目のピクセルに関し、各ピクセルにおけるソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ の閾値電圧ばらつきに伴う出力電圧変化をキャンセルして、フォトダイオード PD に蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を正確に読み出すことができる。

【 0 2 1 6 】

次に、 $n+1$ 行目の読み出しを行うために、 $n+1$ 行目の $Select/TRST$ 線にセレクト信号を印加する。これにより、信号読み出し線には、フォトダイオード PD に蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を減じた電圧、すなわちリセット電圧 V_R - 閾値電圧 V_{th} - 電圧変化量 ΔV に相当する電圧が出力される (V_{signal} 読み出し)。

【 0 2 1 7 】

この際、 n 行目のリセットトランジスタ RST もオンとなりフローティングディフュージョン FD がリセットされるが、既に読み出しているため問題はない。

【 0 2 1 8 】

次いで、 $n+1$ 行目の $Select/RST$ 線にリセット信号を印加すると、フローティングディフュージョン FD がリセットされ、フローティングディフュージョン FD の電圧がリセット電圧 V_R ($=V_{R2}$) を反映した所定値に安定す

る。この電圧が、ソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のゲート端子に印加される。そして、信号読み出し線には、リセット電圧 V_R - 閾値電圧 V_{th} に相当する電圧が出力される (V_R 読み出し)。

【 0 2 1 9 】

次いで、信号読み出し／ノイズキャンセル回路 12 により、 V_R 読み出し電圧 ($V_R - V_{th}$) と V_{signal} 読み出し電圧 ($V_R - V_{th} - \Delta V$) との差分を求め、電圧変化量 ΔV を得る。こうして、 $n + 1$ 行目のピクセルに関し、各ピクセルにおけるソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ の閾値電圧ばらつきに伴う出力電圧変化をキャンセルして、フォトダイオード PD に蓄えられていた電子の量に応じた電圧変化量 ΔV を正確に読み出すことができる。

【 0 2 2 0 】

上記一連の読み出し動作を各ピクセルについて順次行うことにより、すべてのピクセルについて、フォトダイオード PD により受光された光信号を読み出すことができる。

【 0 2 2 1 】

上記の受光－読み出しシーケンスにおいて、 n 行の「 V_R 読み出し」の際には n 行 RST 線と共通信号である $n + 1$ 行 $Select$ 線も ON するため、 $n + 1$ 行から $V_R - V_{th}(n + 1) - \Delta V(n + 1)$ が信号線に出力される可能性もある。特に光量の少ない場合 (暗時) には $\Delta V(n + 1) \sim 0V$ なので、もし $V_{th}(n)$ よりも $V_{th}(n + 1)$ が十分に小さければ、

n 行からの V_R 読み出し $V_R - V_{th}(n) < V_R - V_{th}(n + 1)$ となり、 n 行 V_R 読み出しが $n + 1$ 行に邪魔されてしまう可能性がある。

【 0 2 2 2 】

これを防ぐために、一括リセット時のリセット電圧 $V_R = V_{R1}$ と、各行の読み出し時のリセット電圧 V_{R2} を、 $V_{R1} < V_{R2}$ となるように変化させることもあり得る。これにより、 n 行の「 V_R 読み出し」の際に、 $n + 1$ 行 $Select$ 線が ON しても、 n 行から出力される V_R 読み出し電圧 ($V_{R2} - V_{th}(n)$) に影響しないようにすることができる。具体的には、 $V_{R2} = V_{R1} + 0.1V$ 以上であれば、 $V_{R2} - V_{th}(n) > V_{R1} - V_{th}(n + 1)$ とすることがで

き、確実に n 行 VR 読み出しを行うことができる。

【 0 2 2 3 】

上記一括シャッタ方式では、各ピクセルのフォトダイオード PD に蓄えられた電荷を一括してフローティングディフュージョン FD に転送した後、各ピクセルのフローティングディフュージョン FD の電荷を順番に読み出すため、フローティングディフュージョン FD において電荷を保持する必要がある時間が数 10 ms と長くなる。したがって、読み出しまでの待ち時間における受光によるフローティングディフュージョン FD 中の電荷量の変化を防止するために、フローティングディフュージョン FD を金属配線層により覆うことが極めて重要である。

【 0 2 2 4 】

上述の通り、本実施形態による固体撮像装置では、第 n 行目に位置するピクセルのリセットトランジスタ RST のゲート電極 28_{RST} と第 $n + 1$ 行目に位置するピクセルのセレクトトランジスタ Select のゲート電極 28_{SEL} とを一つのパターンにより形成するため、上層の金属配線層のレイアウトに自由度を持たせることができる。これにより、第 3 金属配線層では RST 線のみを構成すればよく、第 3 金属配線層に遮光膜としての機能をも併せ持たせることができる。したがって、フローティングディフュージョン FD の遮光を十分に行うことができ、一括シャッタ方式を用いるうえで極めて有効である。

【 0 2 2 5 】

このように、本実施形態によれば、リセットトランジスタのゲート電極とセレクトトランジスタのゲート電極を、連続する一つのパターンにより形成するので、第 1 金属配線層が下層に接続するためのコンタクトホールを 1 つ削減することができる。これにより、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョンの面積を広げることが可能となり、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を容易に広くすることができる。

【 0 2 2 6 】

また、第 3 金属配線層では RST 線のみを構成すればよいので、第 3 金属配線層を、フローティングディフュージョンを遮光するための遮光膜として利用する

ことができる。したがって、一括シャッタ方式による読み出しにおいても、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる。

【 0 2 2 7 】

なお、上記実施形態では、第 3 金属配線層 6 2 により T G 線を構成したが、一括シャッタ方式を用いる場合には、T G 線は全行一括でのみオン／オフしないため、必ずしも各行毎に T G 線 6 2 e を設ける必要はない。したがって、例えば図 1 2 に示すような遮光膜 6 2 b と同様のパターンにより T G 線 6 2 e を構成するようにしてもよい。

【 0 2 2 8 】

〔第 1 0 実施形態〕

本発明の第 1 0 実施形態による固体撮像装置について図 4 6 乃至図 4 9 を用いて説明する。

【 0 2 2 9 】

図 4 6 乃至図 4 9 は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図 1 乃至図 4 5 に示す第 1 乃至第 9 実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【 0 2 3 0 】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除き、回路図、動作及び製造方法については第 9 実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第 n 行目に位置する各ピクセルのリセットトランジスタ R S T を共通接続する R S T 線と、第 $n + 1$ 行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタ S e l e c t のゲート端子を共通接続する S e l e c t 線とが、共通の配線（S e l e c t / R S T 線）により構成されている。

【 0 2 3 1 】

本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図 4 6 乃至図 4 9 を用いて説明する。なお、図 4 6 はピクセルアレー部 1 0 における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図 4 7 はピクセルアレー部における第 1 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 4 8 はピクセルアレー部における第 2 金

属配線のレイアウトを示す平面図、図 4 9 はピクセルアレー部における第 3 金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【 0 2 3 2 】

図 4 6 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。

【 0 2 3 3 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように 4 つのゲート電極 2 8 が形成されている。これらゲート電極 2 8 は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタ T G のゲート電極 2 8_{TG}、リセットトランジスタ R S T のゲート電極 2 8_{RST}、ソースフォロワートランジスタ S F - T r のゲート電極 2 8_{SF}、セレクトトランジスタのゲート電極 2 8_{SEL}である。また、ゲート電極 2 8 と同一の導電層（ゲート配線）により S e l e c t / R S T 線 2 8 b が形成されており、S e l e c t / R S T 線 2 8 b、この S e l e c t / R S T 線 2 8 b に接続されるゲート電極 2 8_{RST}、この S e l e c t / R S T 線 2 8 b に接続されるゲート電極 2 8_{SEL}とが、一つのパターンにより構成されている。

【 0 2 3 4 】

図 4 7 に示すように、第 1 金属配線層 5 0 は、コンタクトプラグ 4 8 g を介してゲート電極 2 8_{TG} に接続された T G 線 5 0 i と、コンタクトプラグ 4 8 b 及びコンタクトプラグ 4 8 c を介してフローティングディフュージョン領域 F D とゲート電極 2 8_{SF} とを接続する配線層 5 0 b と、リセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワートランジスタ S F - T r のドレイン領域及びセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に、それぞれコンタクトプラグ 4 8 e, 4 8 f を介して接続された引き出し配線 5 0 d, 5 0 e とを有している。

【 0 2 3 5 】

図 4 8 に示すように、第 2 金属配線層 5 6 は、コンタクトプラグ 5 4 a を介してリセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワートランジスタ S F - T r のドレイン領域に電氣的に接続された V R 線 5 6 a と、コンタクトプラグ 5 4 b を介

してセレクトトランジスタ *Select* のソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線 5 6 b とを有している。

【 0 2 3 6 】

図 4 9 に示すように、第 3 金属配線層 6 2 は、信号線ではなく、フォトダイオード PD 領域を露出し、フローティングディフュージョン FD 領域を含むピクセルの他の領域を覆う遮光膜 6 2 b を構成している。

【 0 2 3 7 】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、ゲート配線により *Select* / RST 線 2 8 b が形成されており、この *Select* / RST 線 2 8 b に接続されるゲート電極 2 8_{RST} と、この *Select* / RST 線 2 8 b に接続されるゲート電極 2 8_{SEL} とが連続する一つのパターンにより形成されており、第 1 層金属配線層 5 0 により TG 線 5 0 i を、第 2 層金属配線層 5 6 により VR 線 5 6 a 及び信号読み出し線 5 6 b を、第 3 層金属配線層 6 2 により遮光膜 6 2 b を構成していることに主たる特徴がある。

【 0 2 3 8 】

したがって、第 9 実施形態の場合と同様に、上層の金属配線層のレイアウトに自由度を持たせることができる。また、第 3 金属配線層では信号線を構成する必要がなく、第 3 金属配線層を遮光膜のみに利用することができる。したがって、フローティングディフュージョン FD の遮光を効果的に行うことができ、一括シヤッタ方式を用いるうえで極めて有効である。

【 0 2 3 9 】

また、図 4 6 に示すように、ピクセルの右側の領域には、ゲート電極 2 8_{RST}、ゲート電極 2 8_{SF}、ゲート電極 2 8_{SEL} が、列方向に隣接して並行に配置されている。そして、ピクセルの左側の領域には、ゲート電極 2 8_{TG} とフォトダイオード PD とが列方向に隣接して配置されている。すべてのゲート電極は、行方向に延在するように、すなわち行方向がゲート幅方向となるように配置されている。このようにしてゲート電極 2 8 を配置することにより、フォトダイオード PD の面積を維持しつつ、フローティングディフュージョン FD を行方向に伸ばして配置することができ、その面積を拡大することができる。また、フローティング

ディフュージョンFDの延在方向（行方向）に沿ってゲート電極28_{TG}を配置するため、トランスファートランジスタのチャネル幅を容易に大きくすることができる。また、リセットトランジスタRSTをピクセル上端に近い箇所に配置し、セレクトトランジスタSelectをピクセル下端に近い箇所に配置するので、ゲート電極28_{RST}とゲート電極28_{SEL}との接続を容易に行うことができる。

【0240】

このように、本実施形態によれば、Select/RST線、トランスファートランジスタのゲート電極及びセレクトトランジスタのゲート電極を、連続する一つのパターンにより形成するので、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョンの面積を広げることが可能となり、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を広くすることができる。

【0241】

また、第3金属配線層では信号線を形成する必要はなく、遮光膜を形成するために用いることができる。したがって、一括シャッタ方式による読み出しにおいても、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる。

【0242】

〔第11実施形態〕

本発明の第11実施形態による固体撮像装置について図50乃至図53を用いて説明する。

【0243】

図50乃至図53は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図1乃至図49に示す第1乃至第10実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0244】

本実施形態による固体撮像装置は、各層の平面的なレイアウトが異なる点を除き、回路図、動作及び製造方法については第9実施形態による固体撮像装置と同様である。すなわち、本実施形態による固体撮像装置においても、第n行目に位

置する各ピクセルのリセットトランジスタ RST を共通接続する RST 線と、第 $n+1$ 行目に位置する各ピクセルのセレクトトランジスタ $Select$ のゲート端子を共通接続する $Select$ 線とが、共通の配線 ($Select/RST$ 線) により構成されている。

【 0 2 4 5 】

本実施形態による固体撮像装置の具体的な装置構造について図 5 0 乃至図 5 3 を用いて説明する。なお、図 5 0 はピクセルアレー部 1 0 における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図 5 1 はピクセルアレー部における第 1 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 5 2 はピクセルアレー部における第 2 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 5 3 はピクセルアレー部における第 3 金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【 0 2 4 6 】

図 5 0 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略 L の字形の領域とを有している。

【 0 2 4 7 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように 4 つのゲート電極 2 8 が形成されている。これらゲート電極 2 8 は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタ TG のゲート電極 28_{TG} 、リセットトランジスタ RST のゲート電極 28_{RST} 、ソースフォロワートランジスタ $SF-Tr$ のゲート電極 28_{SF} 、セレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} である。ゲート電極 28_{RST} は、列方向に隣接するピクセルのゲート電極 28_{SEL} と連続する一つのパターンにより形成されている。

【 0 2 4 8 】

図 5 1 に示すように、第 1 金属配線層 5 0 は、コンタクトプラグ 4 8 a を介してゲート電極 28_{RST} 及びゲート電極 28_{SEL} に接続された $Select/RST$ 線 5 0 g と、コンタクトプラグ 4 8 b 及びコンタクトプラグ 4 8 c を介してフローティングディフュージョン領域 FD とゲート電極 28_{SF} とを接続する配線層 5

0 b と、ゲート電極 28_{TG}、リセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域及びセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に、それぞれコンタクトプラグ 48 g, 48 e, 48 f を介して接続された引き出し配線 50 h, 50 d, 50 e とを有している。

【 0 2 4 9 】

図 5 2 に示すように、第 2 金属配線層 56 は、コンタクトプラグ 54 a を介してリセットトランジスタ R S T 及びソースフォロワトランジスタ S F - T r のドレイン領域に電氣的に接続された V R 線 56 a と、コンタクトプラグ 54 b を介してセレクトトランジスタ S e l e c t のソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線 56 b と、コンタクトプラグ 54 f を介してゲート電極 28_{TG} に電氣的に接続された引き出し配線 56 g とを有している。

【 0 2 5 0 】

図 5 3 に示すように、第 3 金属配線層 62 は、コンタクトプラグ 60 d を介してゲート電極 28_{TG} に電氣的に接続された T G 線 62 e を有している。

【 0 2 5 1 】

ここで、本実施形態による固体撮像装置の主たる特徴は、活性領域が、隣接するピクセル領域に跨るように形成されている点にある。すなわち、第 9 及び第 10 実施形態による固体撮像装置におけるピクセル領域と同様のピクセル領域を思い描いた場合、本実施形態による固体撮像装置では、フォトダイオード P D 及びゲート電極 28_{TG} が一つのピクセル領域に位置し、他の構成部分が隣接する他のピクセル領域に位置している。

【 0 2 5 2 】

このようにして活性領域をレイアウトすることにより、フローティングディフュージョン F D の面積及びトランスファートランジスタ T G のチャネル幅を容易に拡大することができる。また、フローティングディフュージョン F D に対してゲート電極 28 を図 3 2 に示すように配置することにより、ゲート電極 28 の位置ずれによるフローティングディフュージョン F D の面積変動を小さくすることができる。

【 0 2 5 3 】

このように、本実施形態によれば、1ピクセルを構成する活性領域を、2つの単位ピクセル領域に跨がるように形成するので、フローティングディフュージョンの面積及びトランスファートランジスタのチャネル幅を容易に拡大することができる。また、ゲート電極の位置ずれによるフローティングディフュージョンFDの面積変動を小さくすることができる。

【0254】

[第12実施形態]

本発明の第12実施形態による固体撮像装置について図54乃至図57を用いて説明する。

【0255】

図54乃至図57は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図1乃至図53に示す第1乃至第11実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0256】

本実施形態では、RST線とTG線とを共通化した場合の固体撮像装置の平面レイアウトについて図54乃至図57を用いて説明する。なお、図54はピクセルアレー部10における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図55はピクセルアレー部における第1金属配線のレイアウトを示す平面図、図56はピクセルアレー部における第2金属配線のレイアウトを示す平面図、図57はピクセルアレー部における第3金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【0257】

図54に示すように、シリコン基板20上には、素子分離膜22により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略コの字形の領域とを有している。

【0258】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極28_{TG}、リセットトランジスタRSTのゲ

ート電極 28_{RST} 、ソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のゲート電極 28_{SF} 、セレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} である。ゲート電極 28_{TG} は、列方向に隣接するピクセルのゲート電極 28_{RST} と連続する一つのパターンにより形成されている。

【 0 2 5 9 】

図 5 5 に示すように、第 1 金属配線層 5 0 は、コンタクトプラグ 4 8 e を介してリセットトランジスタ RST 及びソースフォロワトランジスタ $SF-Tr$ のドレイン領域に接続された VR 線 5 0 j と、コンタクトプラグ 4 8 f を介してセレクトトランジスタ $Select$ のソース領域に接続された信号読み出し線 5 0 k と、フローティングディフュージョン FD 、ゲート電極 28_{SF} 、ゲート電極 28_{TG} 、 28_{RST} 及びゲート電極 28_{SEL} に、それぞれコンタクトプラグ 4 8 b, 4 8 c, 4 8 g, 4 8 h を介して接続された引き出し配線 5 0 l, 5 0 m, 5 0 n, 5 0 o とを有している。

【 0 2 6 0 】

図 5 6 に示すように、第 2 金属配線層 5 6 は、コンタクトプラグ 5 4 g を介してゲート電極 28_{TG} 、 28_{RST} に電氣的に接続された TG/RST 線 5 6 h と、コンタクトプラグ 5 4 h を介してゲート電極 28_{SEL} に電氣的に接続された $Select$ 線 5 6 i と、コンタクトプラグ 5 4 i, 5 4 j を介してフローティングディフュージョン領域 FD とゲート電極 28_{SF} とを接続する配線層 5 6 j とを有している。

【 0 2 6 1 】

図 5 7 に示すように、第 3 金属配線層 6 2 は、信号線ではなく、フォトダイオード PD 領域を露出し、フローティングディフュージョン FD 領域を含むピクセルの他の領域を覆う遮光膜 6 2 b を構成している。

【 0 2 6 2 】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、第 n 行目に位置するピクセルのトランスファートランジスタ TG のゲート電極 28_{TG} と第 $n+1$ 行目に位置するピクセルのリセットトランジスタ RST のゲート電極 28_{RST} とが一つのパターンにより形成されており、第 1 層金属配線層 5 0 により VR 線 5 0 j 及び信号

読み出し線 5 0 k を、第 2 層金属配線層 5 6 により T G / R S T 線 5 6 h 及び信号読み出し線 5 6 k を、第 3 層金属配線層 6 2 により遮光膜 6 2 b を構成していることに主たる特徴がある。

【 0 2 6 3 】

これにより、T G 線と R S T 線とを共通の配線層で形成する場合であっても、離れた場所にあるゲート電極 2 8_{TG} とゲート電極 2 8_{RST} とを金属配線層により接続する必要がない。したがって、第 1 金属配線層 5 0 が下層に接続するためのコンタクトホールを 1 つ削減することができ、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。

【 0 2 6 4 】

また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョン F D の面積を十分にとることができる。フローティングディフュージョン F D の面積が十分に広ければ、フローティングディフュージョン F D のウェル濃度を低くして電界を緩和できるので、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を広くすることができる。

【 0 2 6 5 】

また、図 5 4 に示すように、ピクセルの下側の領域には、ゲート電極 2 8_{RST}、ゲート電極 2 8_{SF}、ゲート電極 2 8_{SEL} が、行方向に隣接して並行に配置されている。そして、ピクセルの上側の領域には、ゲート電極 2 8_{TG} とフォトダイオード P D とが行方向に隣接して配置されている。すべてのゲート電極は、列方向に延在するように、すなわち列方向がゲート幅方向となるように配置されている。このようにしてゲート電極 2 8 を配置することにより、フォトダイオード P D の面積を維持しつつ、フローティングディフュージョン F D を列方向に伸ばして配置することができ、その面積を拡大することができる。また、フローティングディフュージョン F D の延在方向（列方向）に沿ってゲート電極 2 8_{TG} を配置するため、トランスファートランジスタのチャネル幅を容易に大きくすることができる。また、トランスファートランジスタ T G をピクセル上端に近い箇所に配置し、リセットトランジスタ R S T をピクセル下端に近い箇所に配置するので、ゲート電極 2 8_{TG} とゲート電極 2 8_{RST} との接続を容易に行うことができる。

【 0 2 6 6 】

このように、本実施形態によれば、トランスファートランジスタのゲート電極とリセットトランジスタのゲート電極を、連続する一つのパターンにより形成するので、第 1 金属配線層が下層に接続するためのコンタクトホールを 1 つ削減することができる。これにより、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョンの面積を広げることが可能となり、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を容易に広くすることができる。

【 0 2 6 7 】

〔第 1 3 実施形態〕

本発明の第 1 3 実施形態による固体撮像装置について図 5 8 乃至図 6 1 を用いて説明する。

【 0 2 6 8 】

図 5 8 乃至図 6 1 は本実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図である。なお、図 1 乃至図 5 7 に示す第 1 乃至第 1 2 実施形態による固体撮像装置と同一の構成要素には同様の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【 0 2 6 9 】

本実施形態では、信号線を共通化しない 4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置において、フローティングディフュージョン F D の面積を拡大しうる平面レイアウトについて説明する。なお、図 5 8 はピクセルアレー部 1 0 における活性領域及びゲート配線のレイアウトを示す平面図、図 5 9 はピクセルアレー部における第 1 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 6 0 はピクセルアレー部における第 2 金属配線のレイアウトを示す平面図、図 6 1 はピクセルアレー部における第 3 金属配線のレイアウトを示す平面図である。

【 0 2 7 0 】

図 5 8 に示すように、シリコン基板 2 0 上には、素子分離膜 2 2 により画定された活性領域が設けられている。活性領域は、フォトダイオード領域としての矩形の広い領域と、フォトダイオード領域に連なる略 L の字形の領域とを有してい

る。

【 0 2 7 1 】

活性領域上には、活性領域を跨ぐように4つのゲート電極28が形成されている。これらゲート電極28は、フォトダイオード領域側からそれぞれ、トランスファートランジスタTGのゲート電極28_{TG}、リセットトランジスタRSTのゲート電極28_{RST}、ソースフォロワートランジスタSF-Trのゲート電極28_{SF}、セレクトトランジスタのゲート電極28_{SEL}である。

【 0 2 7 2 】

図59に示すように、第1金属配線層50は、コンタクトプラグ48dを介してゲート電極28_{RST}に接続されたRST線50fと、ゲート電極28_{TG}、ゲート電極28_{SF}、ゲート電極28_{SEL}、フローティングディフュージョンFD、リセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域及びセレクトトランジスタSelectのソース領域に、それぞれコンタクトプラグ48g, 48c, 48h, 48b, 48e, 48fを介して背接続された引き出し配線50h, 50m, 50o, 50l, 50d, 50eとを有している。

【 0 2 7 3 】

図60に示すように、第2金属配線層56は、コンタクトプラグ54aを介してリセットトランジスタRST及びソースフォロワートランジスタSF-Trのドレイン領域に電氣的に接続されたVR線56aと、コンタクトプラグ54bを介してセレクトトランジスタSelectのソース領域に電氣的に接続された信号読み出し線56bと、ゲート電極28_{TG}、フローティングディフュージョンFD及びゲート電極28_{SF}に、それぞれコンタクトプラグ54f, 54g, 54hを介して電氣的に接続された引き出し配線層56g, 56k, 56lを有している。

【 0 2 7 4 】

図61に示すように、第3金属配線層62は、コンタクトプラグ60dを介してゲート電極28_{TG}に電氣的に接続されたTG線62eと、コンタクトプラグ60eを介してゲート電極28_{SEL}に電氣的に接続されたTG線62fと、コンタ

クトプラグ 60f, 60g を介してフローティングディフュージョン FD とゲート電極 28_{SF} とを電氣的に接続する配線層 62g とを有している。

【0275】

ここで、本実施形態による固体撮像装置の主たる特徴は、活性領域が、隣接するピクセル領域に跨るように形成されている点にある。すなわち、第1 或いは第9 実施形態による固体撮像装置におけるピクセル領域と同様のピクセル領域を思い描いた場合、本実施形態による固体撮像装置では、フォトダイオード PD 及びゲート電極 28_{TG} が一つのピクセル領域に位置し、他の構成部分が隣接する他のピクセル領域に位置している。このようにして活性領域をレイアウトすることにより、トランスファートランジスタ TG のチャンネル幅を容易に拡大することができる。

【0276】

このように、本実施形態によれば、1 ピクセルを構成する活性領域を、2 つの単位ピクセル領域に跨るように形成するので、フローティングディフュージョンの面積及びトランスファートランジスタのチャンネル幅を容易に拡大することができる。

【0277】

[変形実施形態]

本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

【0278】

例えば、上記実施形態では、画像の読み出し方法として一括シャッタ方式についてのみ示したが、ローリングシャッタ方式による読み出しを行ってもよい。

【0279】

また、上記第6 実施形態では、基板コンタクトに自己整合コンタクト用いた固体撮像装置を示したが、他の実施形態において自己整合コンタクトを用いてもよい。

【0280】

以上詳述した通り、本発明の特徴をまとめると以下の通りとなる。

【0281】

(付記 1) 光電変換手段(フォトダイオード)と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタ(トランスファートランジスタ)と、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタ(ソースフォロワートランジスタ)と、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタ(リセットトランジスタ)と、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタ(セレクトトランジスタ)とをそれぞれ有する複数の画素部と、

行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、

n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、n + 1 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成されており、

前記 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 2 】

(付記 2) 付記 1 記載の固体撮像装置において、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 3 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 2 トランジスタ及び前記第 3 トランジスタにリセット電圧を印加する第 4 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタから前記信号を読み出す第 5 の信号線とを更に有し、

前記第 1 の信号線及び前記第 2 の信号線を兼ねる共通信号線は、第 1 金属配線層により形成されており、

前記第 3 の信号線は、第 2 金属配線層により形成されており、

前記第 4 の信号線及び前記第 5 の信号線は、第 3 金属配線層により形成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 3 】

(付記 3) 付記 1 記載の固体撮像装置において、

前記 n 行目の前記画素部に接続される前記第 1 の信号線と、前記 n + 1 行目の前記画素部に接続される前記第 2 の信号線と、前記 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、前記導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 4 】

(付記 4) 付記 3 記載の固体撮像装置において、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 3 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記第列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 2 トランジスタ及び前記第 3 トランジスタにリセット電圧を印加する第 4 の信号線と、

前記第列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタから前記信号を読み出す第 5 の信号線とを更に有し、

前記第 3 の信号線は、第 1 金属配線層により形成されており、

前記第 4 の信号線及び前記第 5 の信号線は、第 2 金属配線層により形成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 5 】

(付記 5) 付記 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段と前記第 1 トランジスタとが前記行方向に沿って隣接し、

前記第 2 トランジスタと前記第 3 トランジスタとが前記列方向に沿って隣接し

前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、前記列方向に延在している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 6 】

(付記 6) 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、

行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、

n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、n + 1 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成されており、

前記 n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 7 】

(付記 7) 付記 6 記載の固体撮像装置において、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 3 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 2 トランジスタ及び前記第 3 トランジスタにリセット電圧を印加する第 4 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタから前記信号を読み出す第 5 の信号線とを更に有し、

前記第 1 の信号線及び前記第 2 の信号線を兼ねる共通信号線は、第 1 金属配線層により形成されており、

前記第 4 の信号線及び前記第 5 の信号線は、第 2 金属配線層により形成されており、

前記第 3 の信号線は、第 3 金属配線層により形成されている
ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 8 】

(付記 8) 付記 7 記載の固体撮像装置において、

前記 n 行目の前記画素部に接続される前記第 1 の信号線と、前記 n + 1 行目の前記画素部に接続される前記第 2 の信号線と、前記 n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、前記導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

(付記 9) 付記 8 記載の固体撮像装置において、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 3 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 2 トランジスタ及び前記第 3 トランジスタにリセット電圧を印加する第 4 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタから前記信号を読み出す第 5 の信号線とを更に有し、

前記第 3 の信号線は、第 1 金属配線層により形成されており、

前記第 4 の信号線及び前記第 5 の信号線は、第 2 金属配線層により形成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 8 9 】

(付記 1 0) 付記 1 乃至 4 及び 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段と前記第 1 トランジスタとが前記列方向に沿って隣接し、

前記第 2 トランジスタと前記第 3 トランジスタと前記第 4 トランジスタとが前記列方向に沿って隣接し、

前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極、前記第 2 トランジスタのゲート電極、前記第 3 トランジスタのゲート電極及び前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極が、前記行方向に延在している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 9 0 】

(付記 1 1) 付記 1 0 記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段及び前記第 1 のトランジスタが形成された第 1 の領域と、前記第 2 乃至第 4 トランジスタが形成された第 2 の領域とが、前記行方向に沿って隣接している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 9 1 】

(付記 1 2) 付記 1 0 記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段及び前記第 1 のトランジスタが形成された第 1 の領域と、前記第 2 乃至第 4 トランジスタが形成された第 2 の領域とが、相対的に斜め方向に隣接している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 9 2 】

(付記 1 3) 付記 1 0 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置において、

前記第 1 トランジスタのドレイン領域及び前記第 3 トランジスタのソース領域を構成する活性領域は、前記行方向に長いパターンを有する

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 9 3 】

(付記 1 4) 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の

画素部と、

行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、

n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、n + 1 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成されており、

前記 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 n + 1 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【0294】

(付記 15) 付記 1.4 記載の固体撮像装置において、

前記光電変換手段と前記第 1 トランジスタとが前記行方向に沿って隣接し、

前記第 2 トランジスタと前記第 3 トランジスタと前記第 4 トランジスタとが前記行方向に沿って隣接し、

前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極、前記第 2 トランジスタのゲート電極、前記第 3 トランジスタのゲート電極及び前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極が、前記列方向に延在している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【0295】

(付記 16) 付記 1.4 又は 1.5 記載の固体撮像装置において、

前記行方向に延在して形成され、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 3 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 2 トランジスタ及び前記第 3 トランジスタにリセット電圧を印加する第 4 の信号線と、

前記列方向に延在して形成され、前記列方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第

4 トランジスタから前記信号を読み出す第 5 の信号線とを更に有し、

前記第 4 の信号線及び前記第 5 の信号線は、第 1 金属配線層により形成されており、

前記第 1 の信号線及び前記第 2 の信号線を兼ねる共通信号線及び前記第 3 信号線は、第 2 金属配線層により形成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【0 2 9 6】

(付記 1 7) 付記 4, 9, 又は 1 6 記載の固体撮像装置において、

第 3 の金属配線層により形成された遮光膜を更に有する

ことを特徴とする固体撮像装置。

【0 2 9 7】

(付記 1 8) 付記 1 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置において

前記第 3 トランジスタのソース端子と前記第 2 トランジスタのゲート端子とを接続する金属配線層を更に有し、

前記金属配線層の幅は、前記第 1 トランジスタのドレイン領域及び前記第 3 トランジスタのソース領域（フローティングディフュージョン）上において選択的に太くなっている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【0 2 9 8】

(付記 1 9) 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部を有し、

前記光電変換手段と前記第 1 トランジスタとが列方向に沿って隣接し、

前記第 2 トランジスタと前記第 3 トランジスタと前記第 4 トランジスタとが前記列方向に沿って隣接し、

前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極、前記第 2 トランジスタのゲート電極

、前記第 3 トランジスタのゲート電極及び前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極が、行方向に延在し、

前記光電変換手段及び前記第 1 のトランジスタが形成された第 1 の領域と、前記第 2 乃至第 4 トランジスタが形成された第 2 の領域とが、相対的に斜め方向に隣接している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 2 9 9 】

(付記 2 0) 付記 1 乃至 1 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置において

前記第 3 トランジスタのソース領域、前記第 3 トランジスタのドレイン領域及び／又は前記第 4 トランジスタのソース領域上に開口されるコンタクトホールが、ゲート電極に対して自己整合で形成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【 0 3 0 0 】

(付記 2 1) 請求項 1 記載の個体撮像装置において、

互いに対角方向に位置する n 行ピクセルと $n + 1$ 行ピクセルとの間で、前記 n 行ピクセルの前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極と、前記 $n + 1$ 行ピクセルの前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている

ことを特徴とする個体撮像装置。

【 0 3 0 1 】

(付記 2 2) 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 1 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、 n 行目の前記画素部の前記第 1 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、

$n + 1$ 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成された固体撮像装置の画像読み出し方法であって、

全行一括して、前記光電変換手段及び前記第 2 トランジスタをリセットする工程と、

受光期間の後、全行一括して、前記光電変換手段から前記第 1 トランジスタを介して前記第 2 トランジスタのゲート端子に電荷を転送する工程と、

一行毎に、信号読み出しとリセット電圧読み出しとを行う工程とを有することを特徴とする画像読み出し方法。

【0302】

(付記 2 3) 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、 n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、 $n + 1$ 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成された固体撮像装置の画像読み出し方法であって、

全行一括して、前記光電変換手段及び前記第 2 トランジスタをリセットする工程と、

受光期間の後、全行一括して、前記光電変換手段から前記第 1 トランジスタを介して前記第 2 トランジスタのゲート端子に電荷を転送する工程と、

一行毎に、信号読み出しとリセット電圧読み出しとを行う工程とを有することを特徴とする画像読み出し方法。

【0303】

(付記 2 4) 光電変換手段と、前記光電変換手段で発生した信号を転送する

第 1 トランジスタと、前記信号を増幅する第 2 のトランジスタと、前記第 2 トランジスタの入力端子をリセットする第 3 トランジスタと、前記第 2 トランジスタから出力される前記信号を読み出す第 4 トランジスタとをそれぞれ有する複数の画素部と、行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 3 トランジスタのゲート電極に接続された第 1 の信号線と、前記行方向に並ぶ複数の前記画素部の前記第 4 トランジスタのゲート電極に接続された第 2 の信号線とを有し、 n 行目の前記画素部の前記第 3 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 1 の信号線と、 $n + 1$ 行目の前記画素部の前記第 4 トランジスタの前記ゲート電極に接続される前記第 2 の信号線とが共通の信号線により構成された固体撮像装置の画像読み出し方法であって、

全行一括して、前記光電変換手段及び前記第 2 トランジスタを第 1 のリセット電圧にリセットする工程と、

受光期間の後、全行一括して、前記光電変換手段から前記第 1 トランジスタを介して前記第 2 トランジスタのゲート端子に電荷を転送する工程と、

一行毎に、信号読み出しと前記第 1 のリセット電圧よりも高い電圧である第 2 のリセット電圧の読み出しとを行う工程と

を有することを特徴とする画像読み出し方法。

【 0 3 0 4 】

(付記 2 5) 付記 2 2 乃至 2 4 のいずれか 1 項に記載の画像読み出し方法において、

前記光電変換手段及び前記第 2 トランジスタをリセットする工程及び前記第 2 トランジスタの前記ゲート端子に電荷を転送する工程は、信号読み出し線が周辺回路から切断された状態で行う

ことを特徴とする画像読み出し方法。

【 0 3 0 5 】

【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置において、トランスファートランジスタのゲート電極、リセットトランジスタのゲート電極及びセレクトトランジスタのゲート電極のうち、いずれか 2 つを同一の導電

層よりなる連続する一つのパターンにより構成するので、金属配線層のレイアウトに余裕を持たせることができる。これにより、フローティングディフュージョンの遮光を効果的に行うことができる。また、面積的に余裕ができるため、フローティングディフュージョンの面積を広げることが可能となり、ジャンクションリークを低減することができる。また、トランスファートランジスタのゲート幅を広くすることができる。

【0306】

また、ゲート配線により、共通接続したゲート電極を含む信号線を構成することにより、金属配線層のレイアウトに更に余裕を持たせることができる。また、第3金属配線層を専用の遮光膜として用いることができるので、フローティングディフュージョンの遮光を更に効果的に行うことができる。

【0307】

また、フローティングディフュージョンの遮光性に優れた上記固体撮像装置によれば、一括シャッタ方式による画像読み出しが可能である。したがって、一括シャッタ方式による画像読み出し方法を用い、「ぶれ」や「ゆがみ」のない良好な画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の回路図である。

【図2】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その1）である。

【図3】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その2）である。

【図4】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その3）である。

【図5】

本発明の第 1 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 6】

本発明の第 1 実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャートである。

【図 7】

本発明の第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図（その 1）である。

【図 8】

本発明の第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図（その 2）である。

【図 9】

本発明の第 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 1 1】

本発明の第 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 1 3】

本発明の第 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 1 4】

本発明の第 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 1 5】

本発明の第 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 1 6】

本発明の第 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 1 7】

本発明の第 3 実施形態の変形例による固体撮像装置の構造を示す平面図である。

【図 1 8】

本発明の第 4 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 1 9】

本発明の第 4 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 2 0】

本発明の第 4 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 2 1】

本発明の第 4 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 2 2】

本発明の第 5 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 2 3】

本発明の第 5 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 2 4】

本発明の第 5 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

る。

【図 2 5】

本発明の第 5 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 2 6】

本発明の第 6 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 2 7】

本発明の第 6 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 2 8】

本発明の第 6 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 2 9】

本発明の第 6 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 3 0】

本発明の第 6 実施形態による固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 3 1】

本発明の第 6 実施形態の変形例による固体撮像装置の構造を示す平面図である。

【図 3 2】

本発明の第 7 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 3 3】

本発明の第 7 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 3 4】

本発明の第 7 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 3 5】

本発明の第 7 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 3 6】

本発明の第 8 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 3 7】

本発明の第 8 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 3 8】

本発明の第 8 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 3 9】

本発明の第 8 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 4 0】

本発明の第 9 実施形態による固体撮像装置の回路図である。

【図 4 1】

本発明の第 9 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 4 2】

本発明の第 9 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 4 3】

本発明の第 9 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 4 4】

本発明の第 9 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 4 5】

本発明の第 9 実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャートである。

【図 4 6】

本発明の第 1 0 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 4 7】

本発明の第 1 0 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 4 8】

本発明の第 1 0 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 4 9】

本発明の第 1 0 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 5 0】

本発明の第 1 1 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 5 1】

本発明の第 1 1 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 5 2】

本発明の第 1 1 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 5 3】

本発明の第 1 1 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 5 4】

本発明の第 1 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 5 5】

本発明の第 1 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 5 6】

本発明の第 1 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 5 7】

本発明の第 1 2 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 5 8】

本発明の第 1 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 1）である。

【図 5 9】

本発明の第 1 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 2）である。

【図 6 0】

本発明の第 1 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 3）である。

【図 6 1】

本発明の第 1 3 実施形態による固体撮像装置の構造を示す平面図（その 4）である。

【図 6 2】

従来の固体撮像装置の回路図である。

【図 6 3】

従来の固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャートである。

【符号の説明】

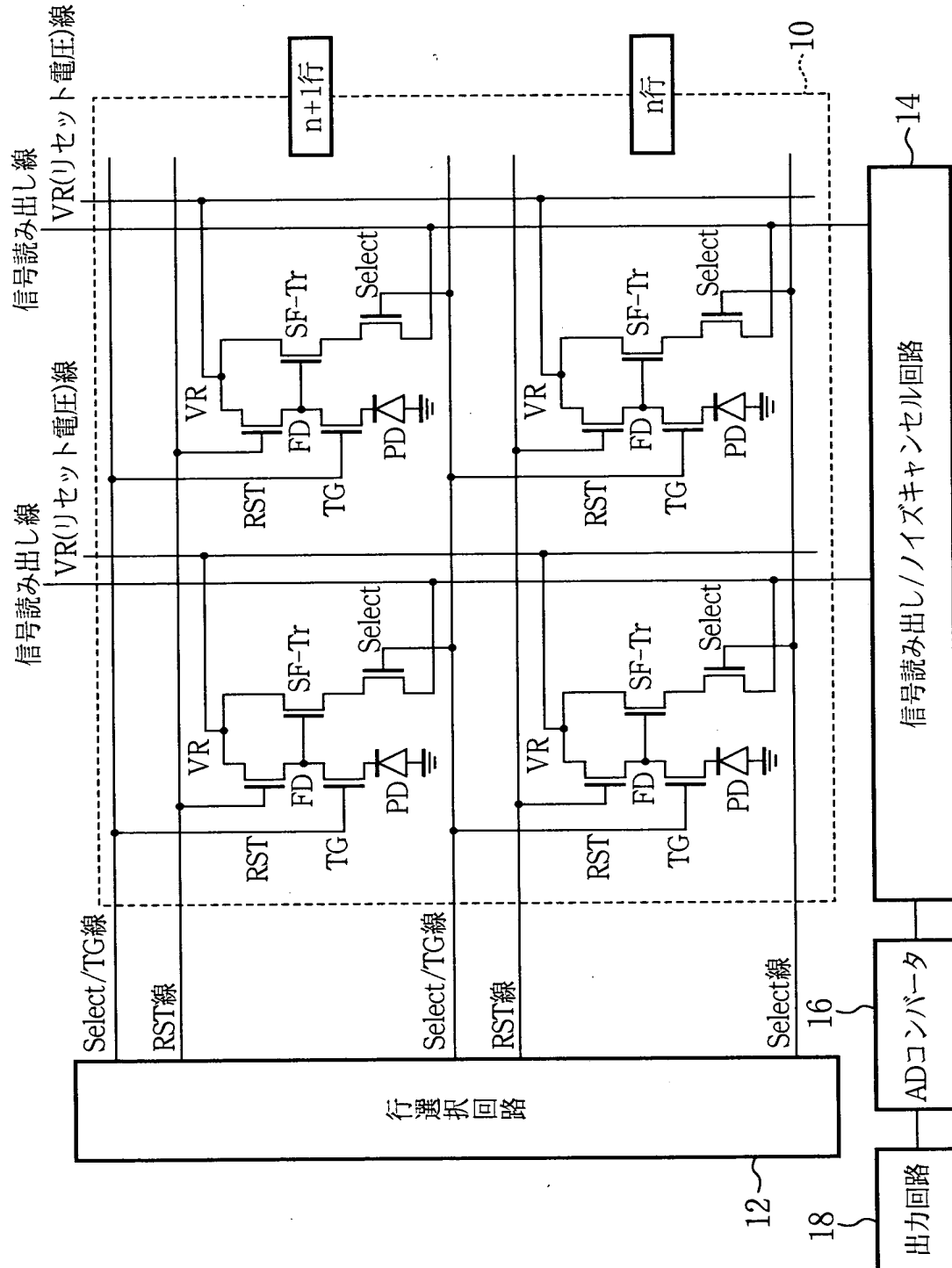
- 1 0 …ピクセルアレー部
- 1 2 …行選択回路
- 1 4 …信号読み出し／ノイズキャンセル回路
- 1 6 …A Dコンバータ
- 1 8 …出力回路
- 2 0 …シリコン基板
- 2 2 …素子分離膜
- 2 4 …ゲート絶縁膜
- 2 6, 3 6, 4 5 …シリコン酸化膜
- 2 8 …ゲート電極
- 2 8 a …S e l e c t / T G 線
- 2 8 b …S e l e c t / R S T 線
- 3 0 …不純物拡散領域
- 3 2 …埋め込みN型層
- 3 4 …P⁺層
- 3 6 …シリコン酸化膜
- 3 8 …側壁絶縁膜
- 4 0 …高濃度不純物拡散領域
- 4 2 …金属シリサイド膜
- 4 4 …シリコン窒化膜
- 4 6 …コンタクトホール
- 4 8, 5 4, 6 0 …コンタクトプラグ
- 5 0 …第1金属配線層
- 5 0 a …S e l e c t / T G 線
- 5 0 b …配線層
- 5 0 c, 5 0 d, 5 0 e, 5 0 h, 5 0 l, 5 0 m, 5 0 n, 5 0 o …引き出し配線
- 5 0 f …R S T 線
- 5 0 g …S e l e c t / R S T 線

5 0 i … T G 線
5 0 j … V R 線
5 0 k … 信号読み出し線
5 2, 5 8 … 層間絶縁膜
5 6 … 第 2 金属配線層
5 6 a … V R 線
5 6 b … 信号読み出し線
5 6 c, 5 6 e, 5 6 f, 5 6 g, 5 6 k … 引き出し配線
5 6 d … R S T 線
5 6 h … T G / R S T 線
5 6 i … S e l e c t 線
5 6 j … 配線層
6 2 … 第 3 金属配線層
6 2 a … R S T 線
6 2 b … 遮光膜
6 2 c … V R 線
6 2 d … 信号読み出し線
6 2 e … T G 線
6 2 f … S e l e c t 線
6 2 g … 配線層
1 0 0 … ピクセルアレー部
1 0 2 … 行選択回路
1 0 4 … 信号読み出し / ノイズキャンセル回路
1 0 6 … A D コンバータ
1 0 8 … 出力回路

【書類名】 図面

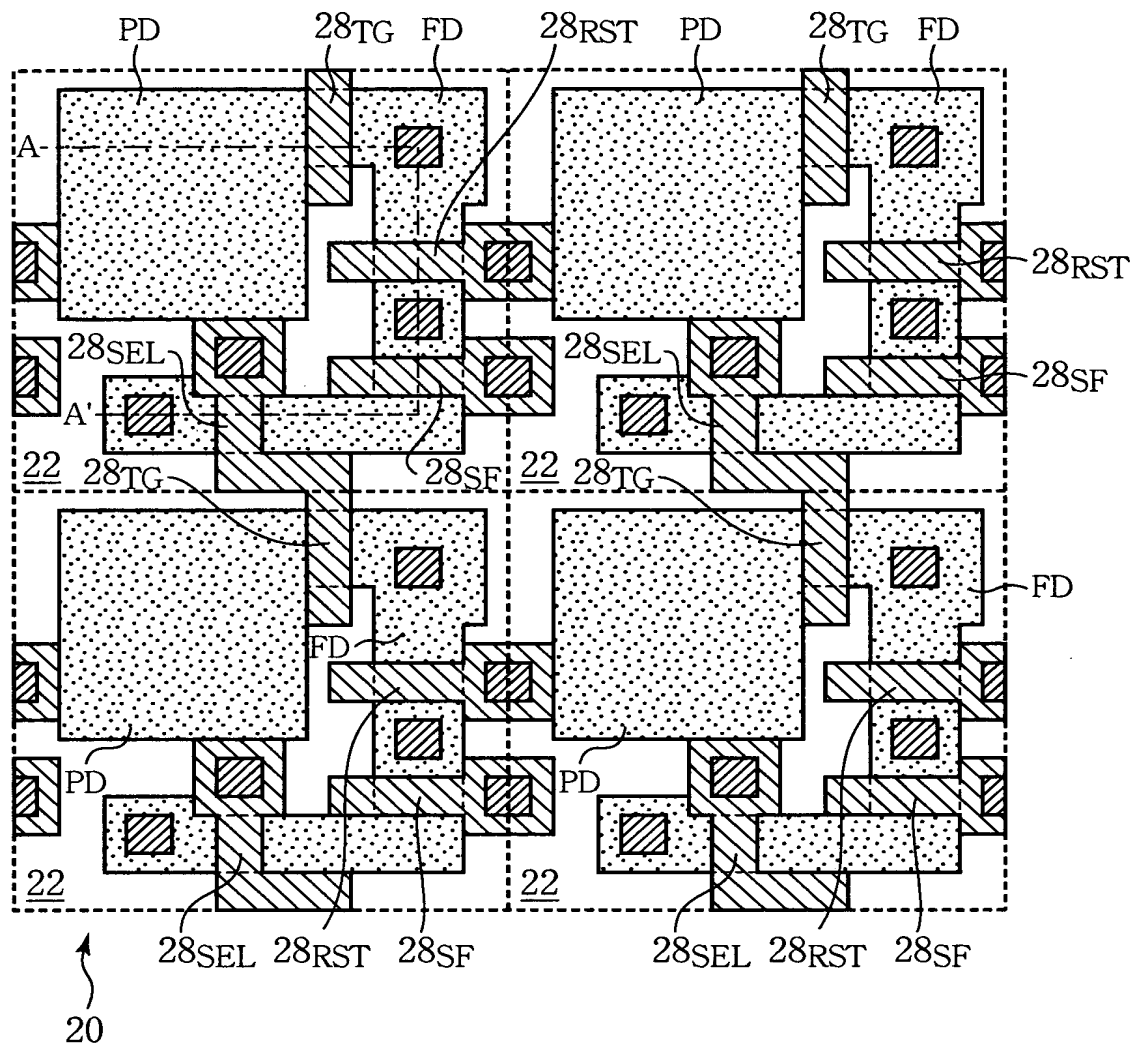
【図 1】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の回路図



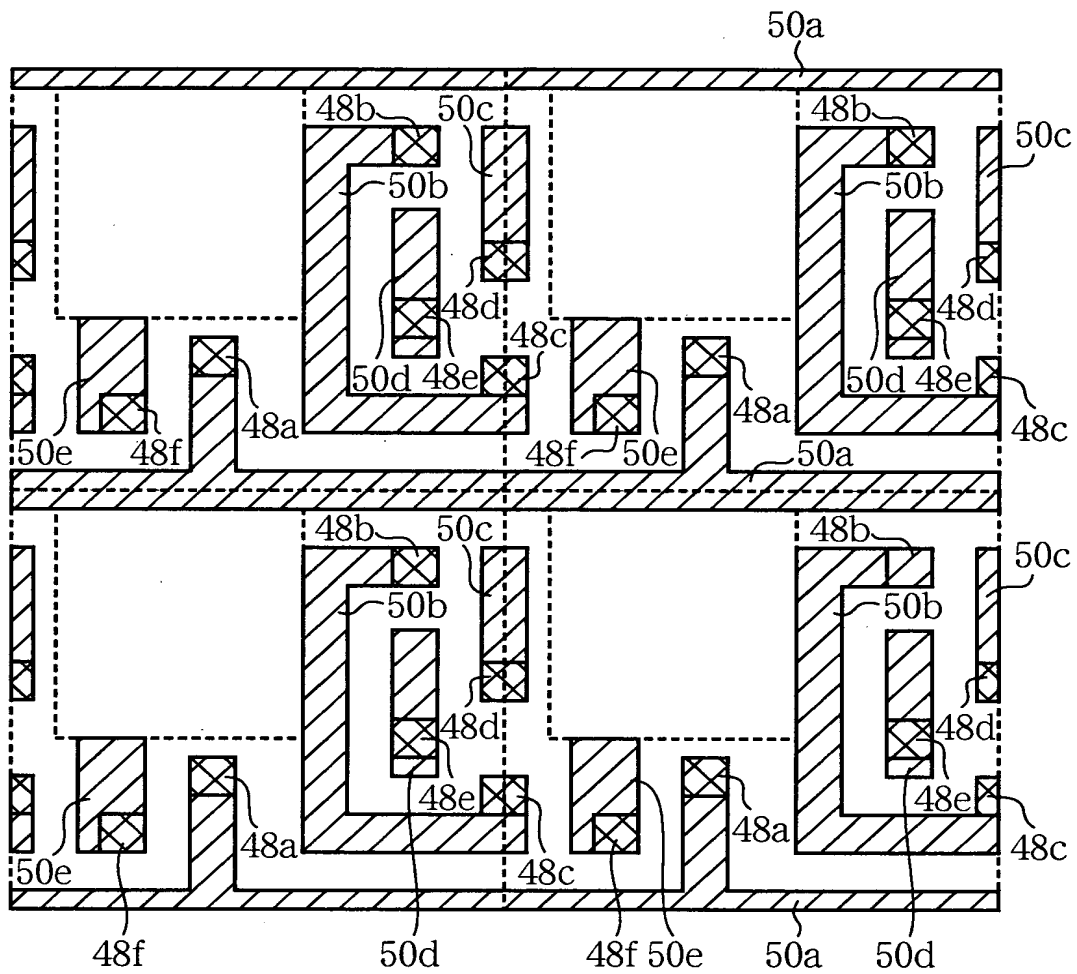
【図 2】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



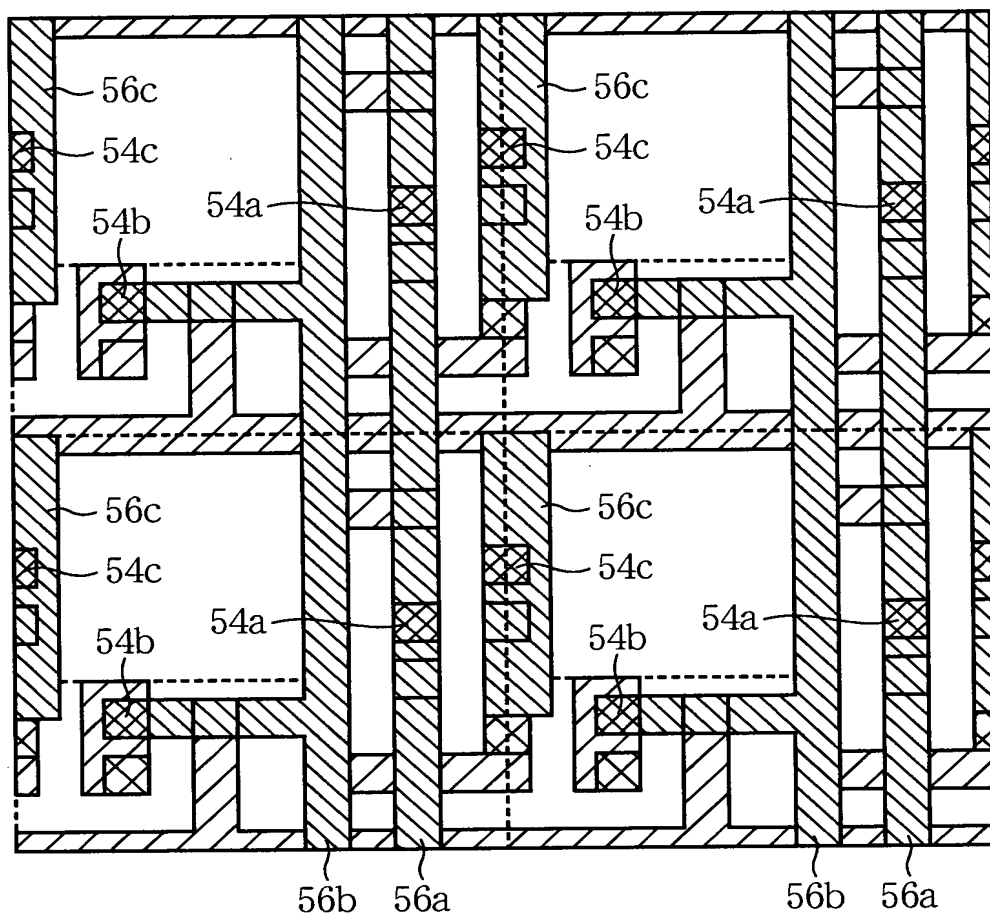
【図 3】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



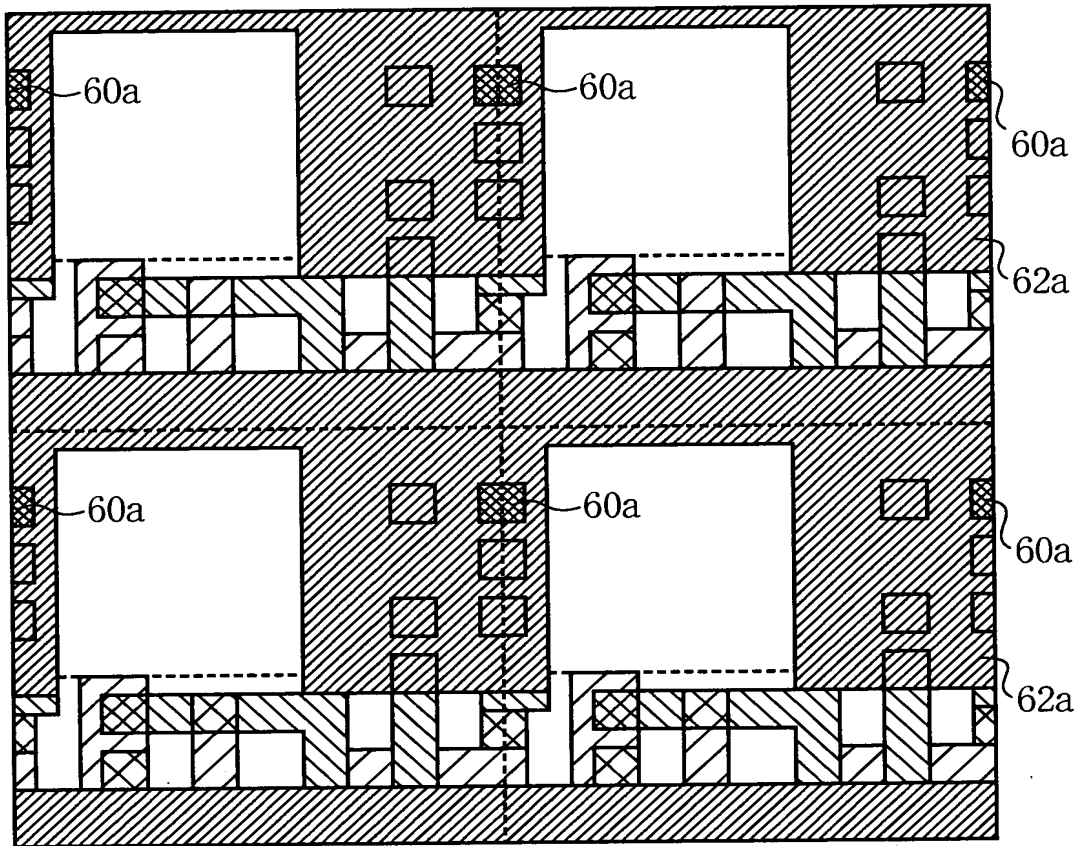
【図 4】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



【図 5】

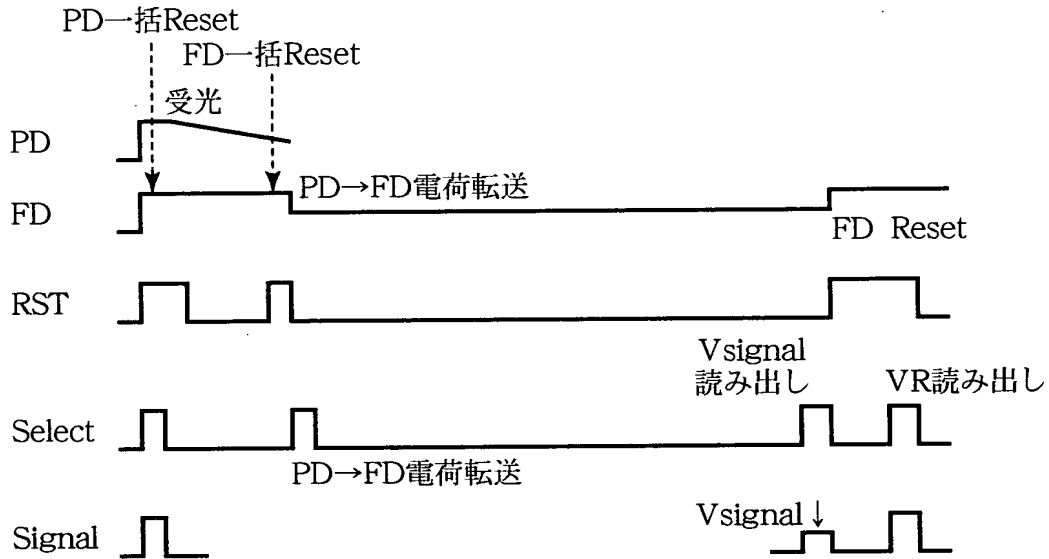
本発明の第1実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



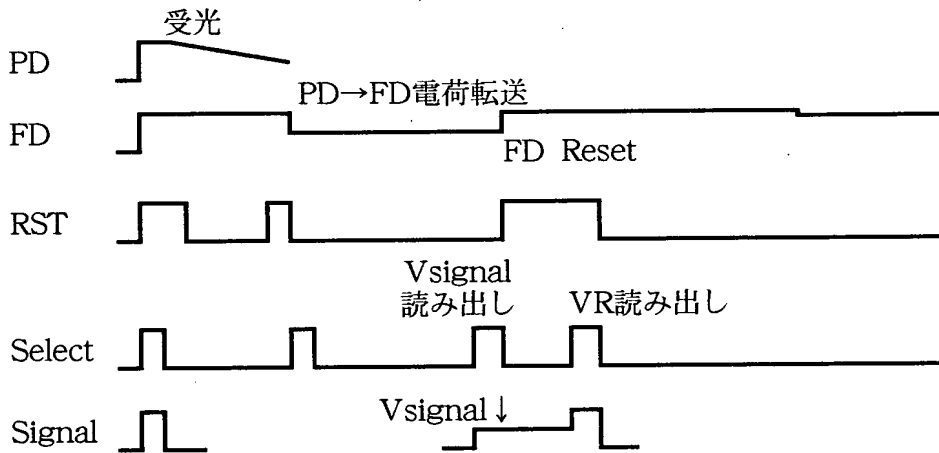
【図 6】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャート

(a) $n+1$ 行目

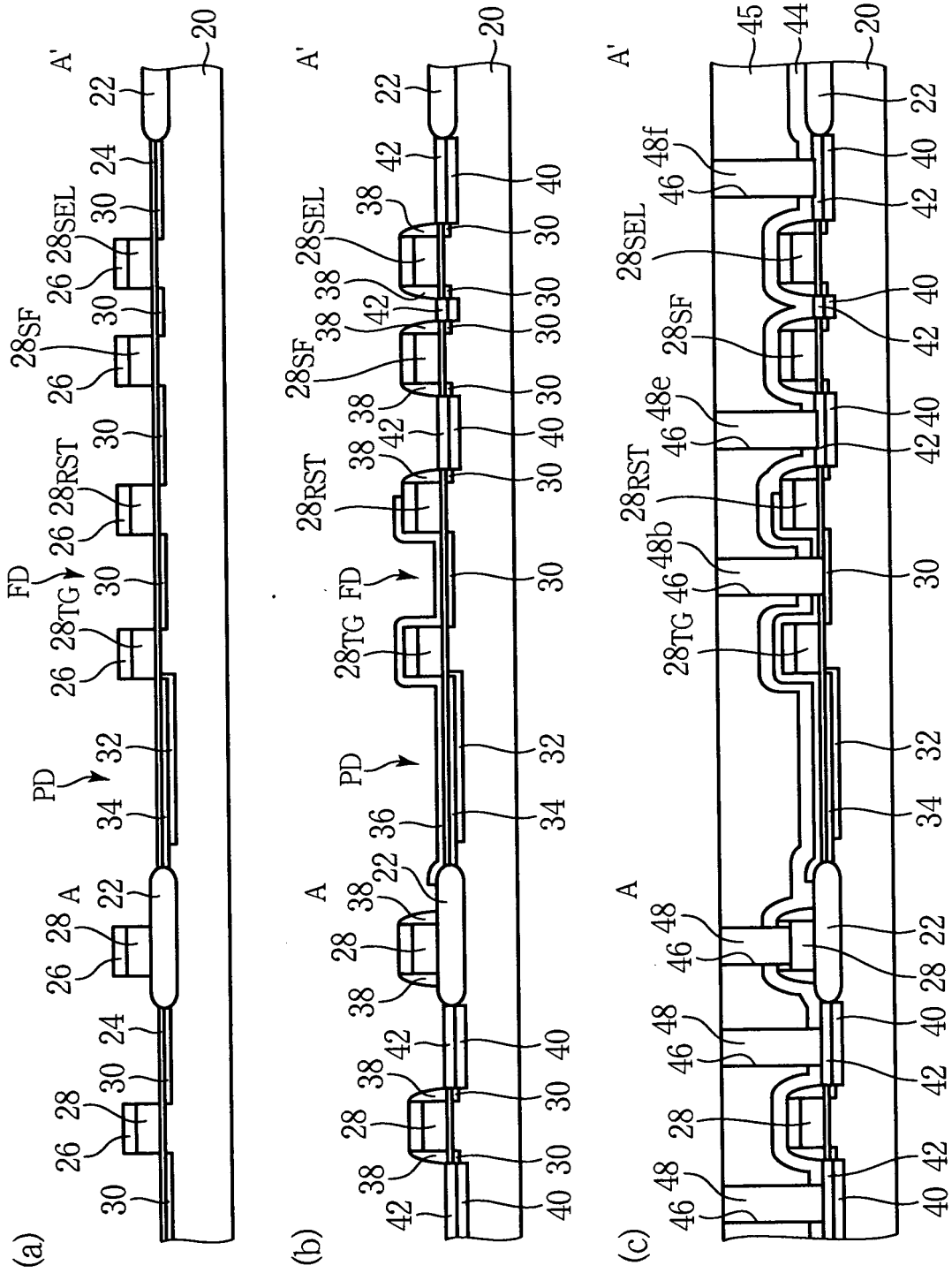


(b) n 行目



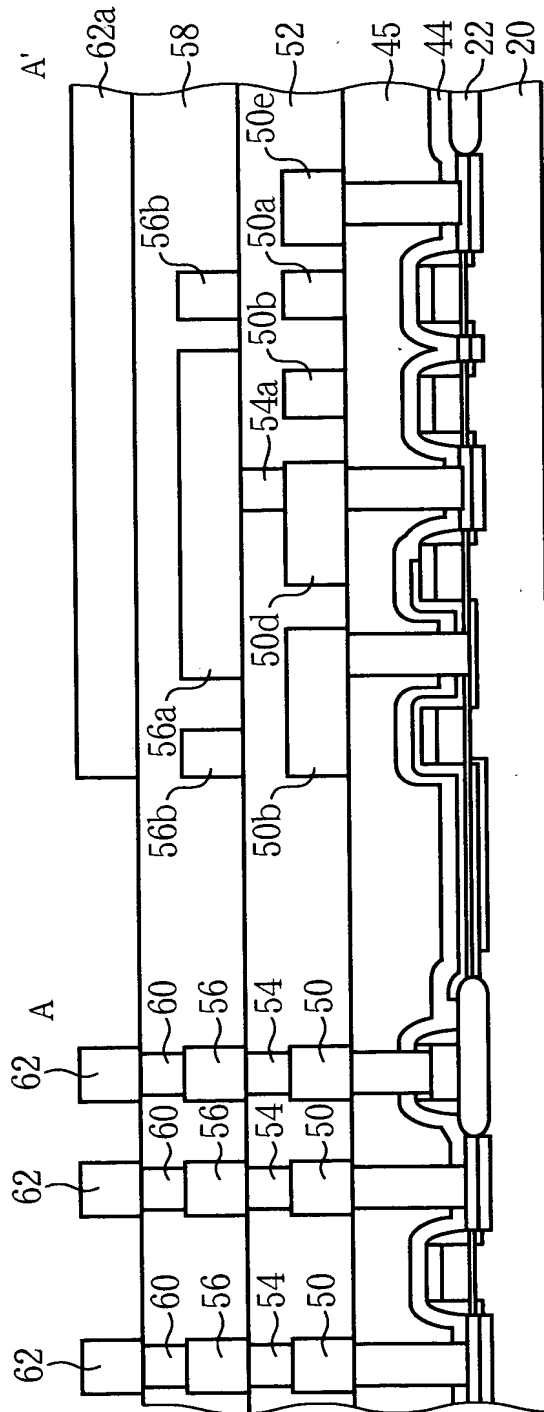
【図 7】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の製造方法を示す
工程断面図(その1)



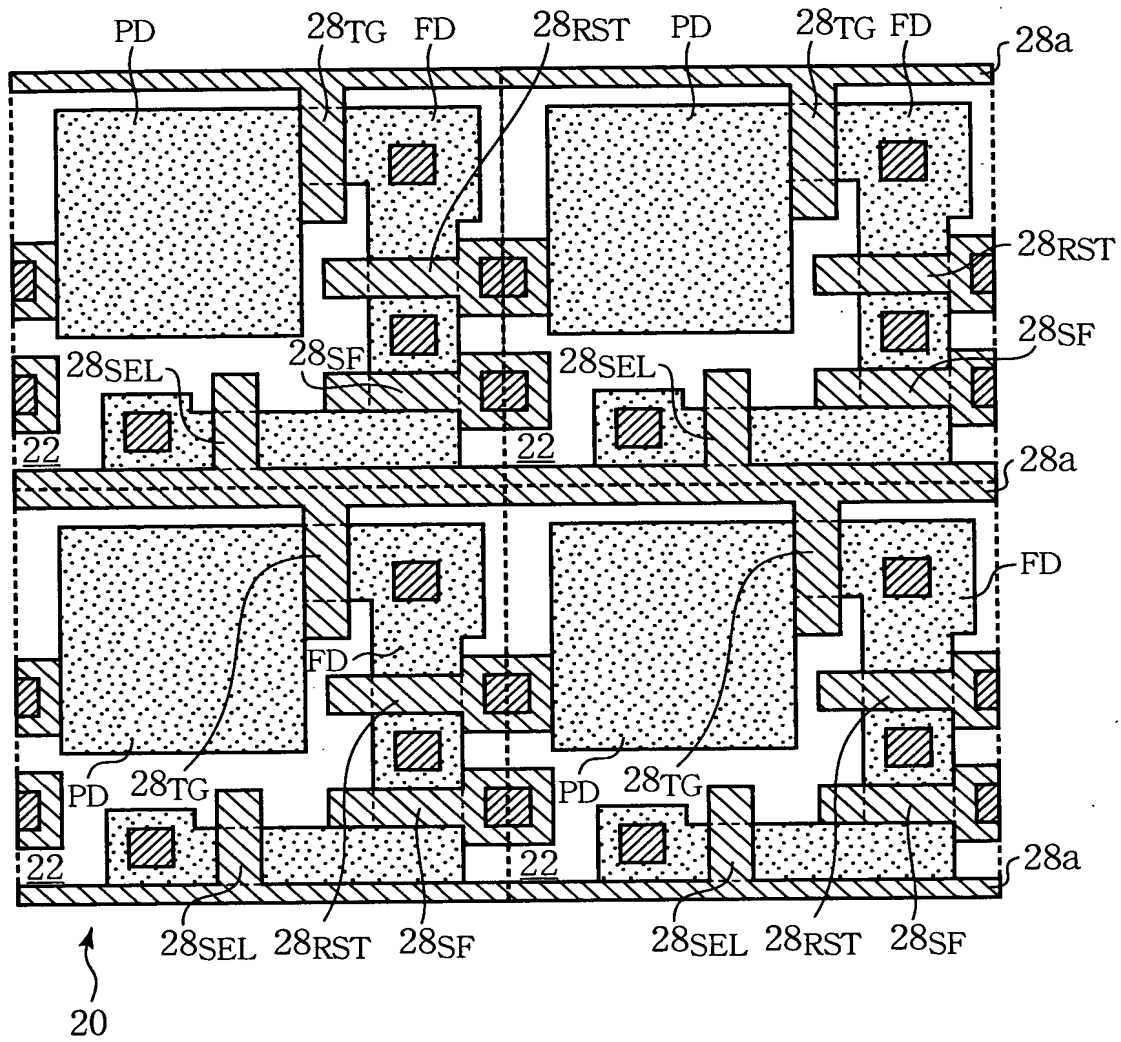
【図 8】

本発明の第1実施形態による固体撮像装置の製造方法を示す
工程断面図(その2)



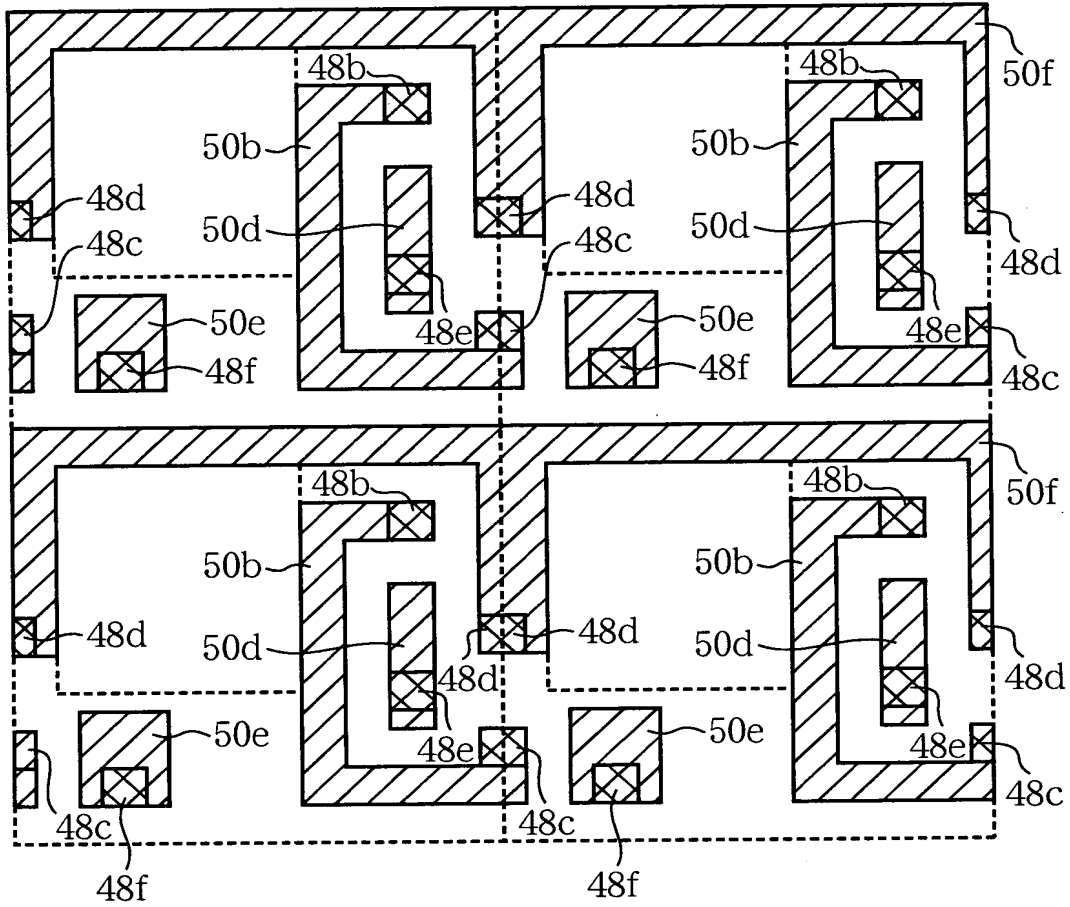
【図 9】

本発明の第2実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



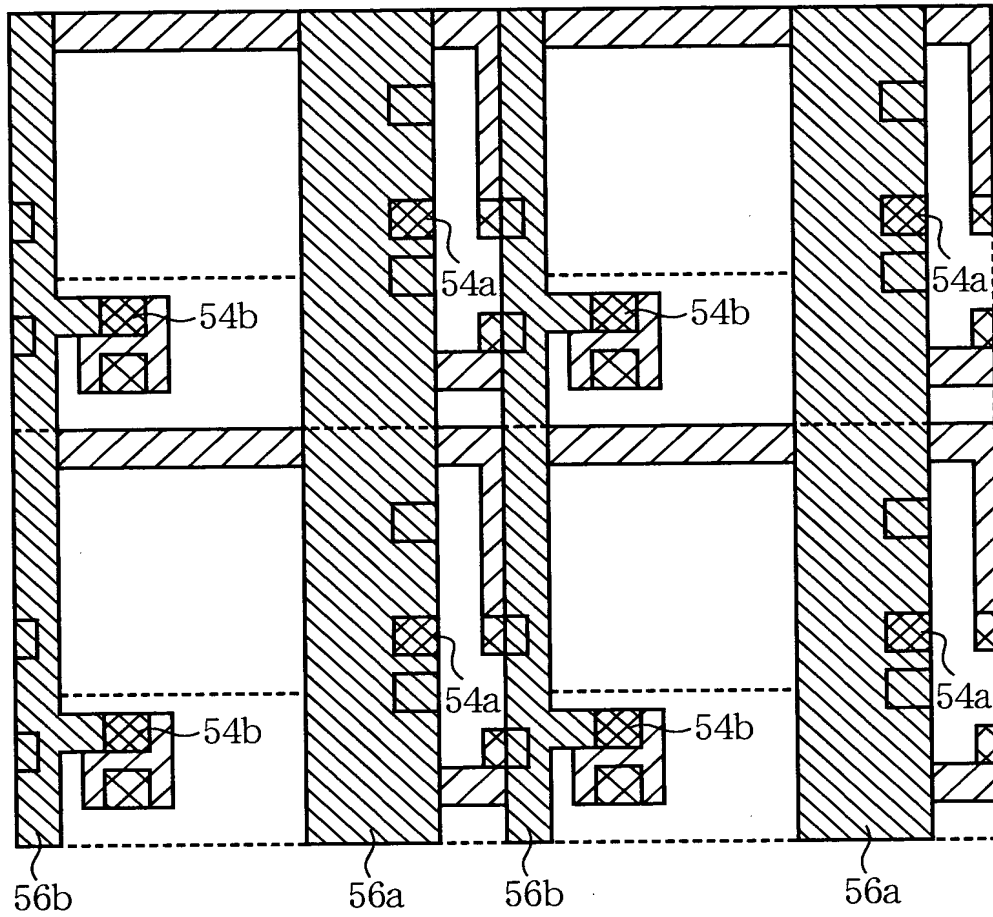
【図 1 0】

本発明の第2実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



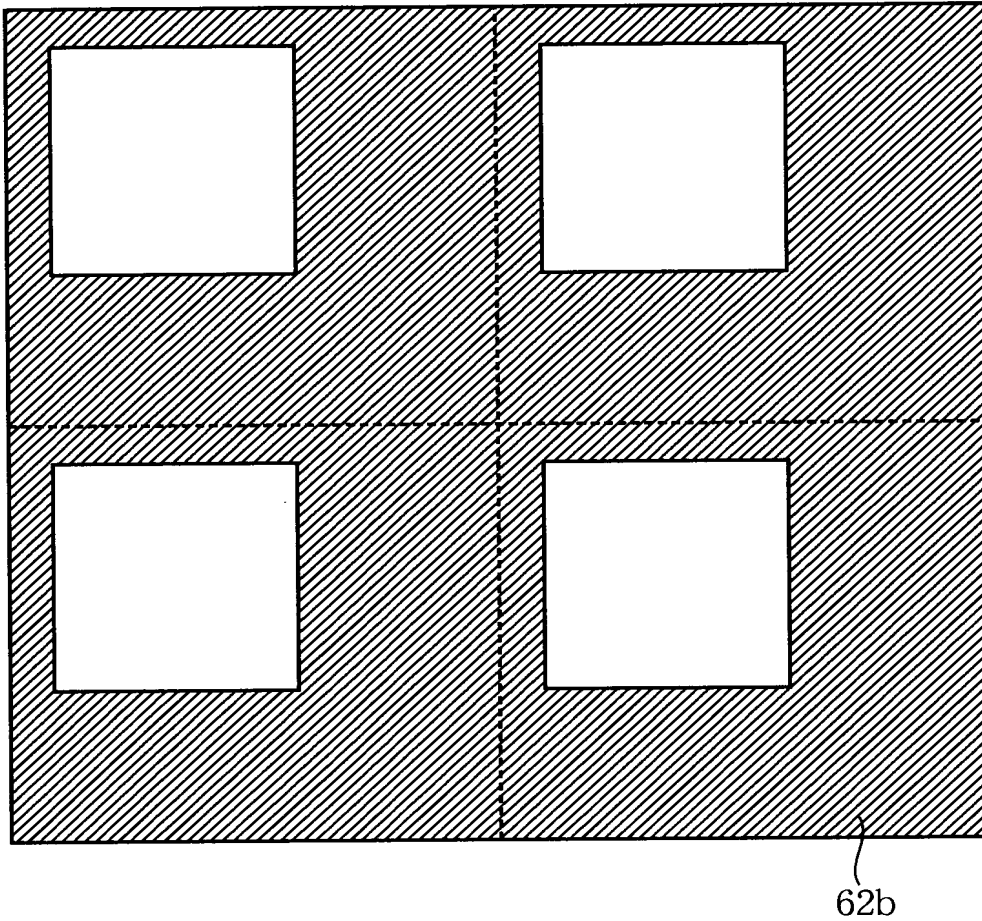
【図 1 1】

本発明の第2実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



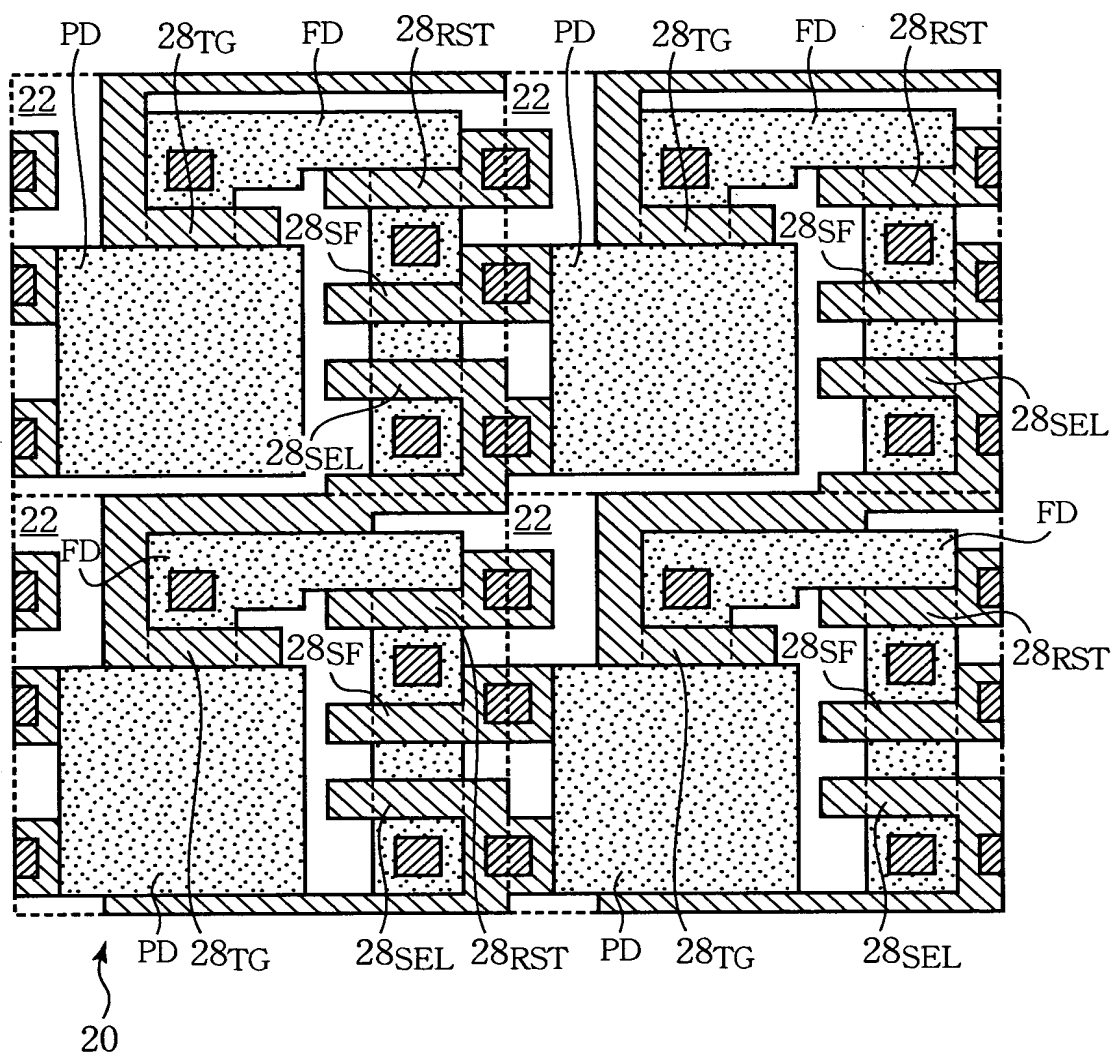
【図 1 2】

本発明の第2実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



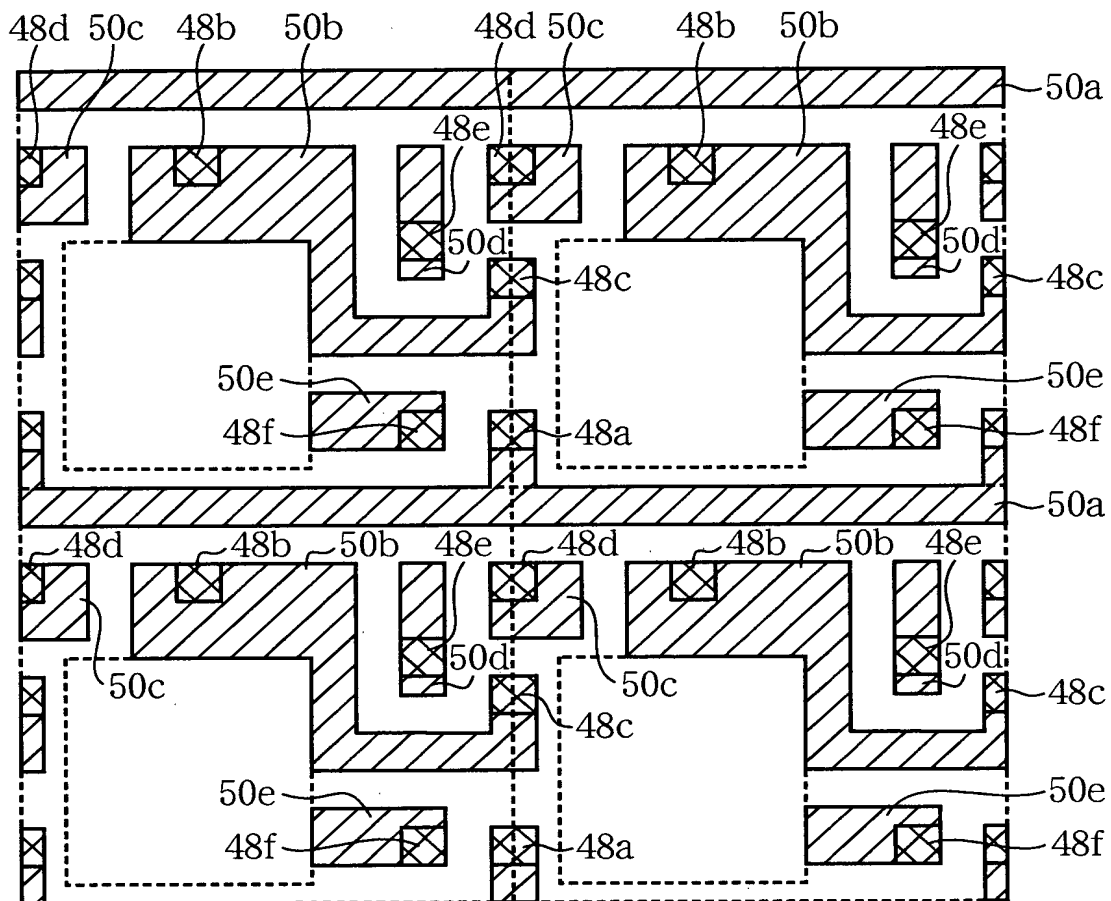
【図 1 3】

本発明の第3実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



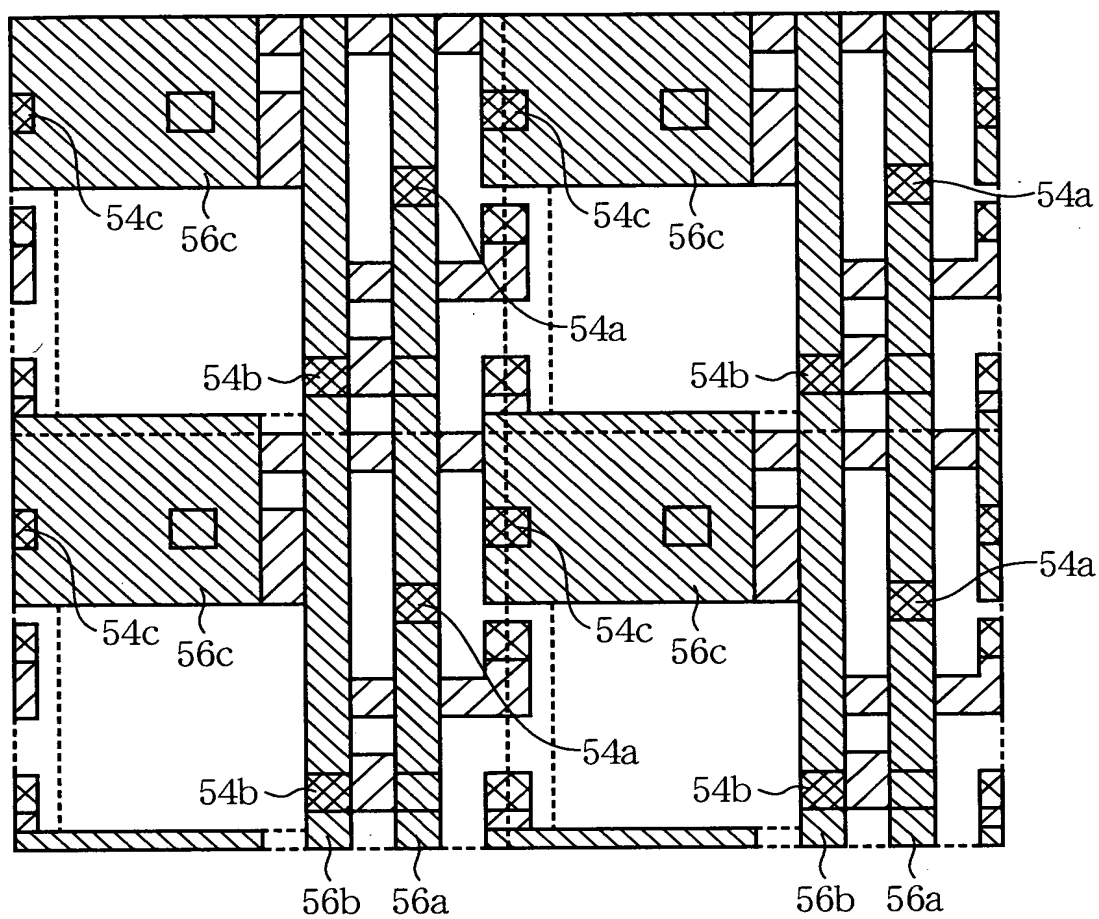
【図 1 4】

本発明の第3実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



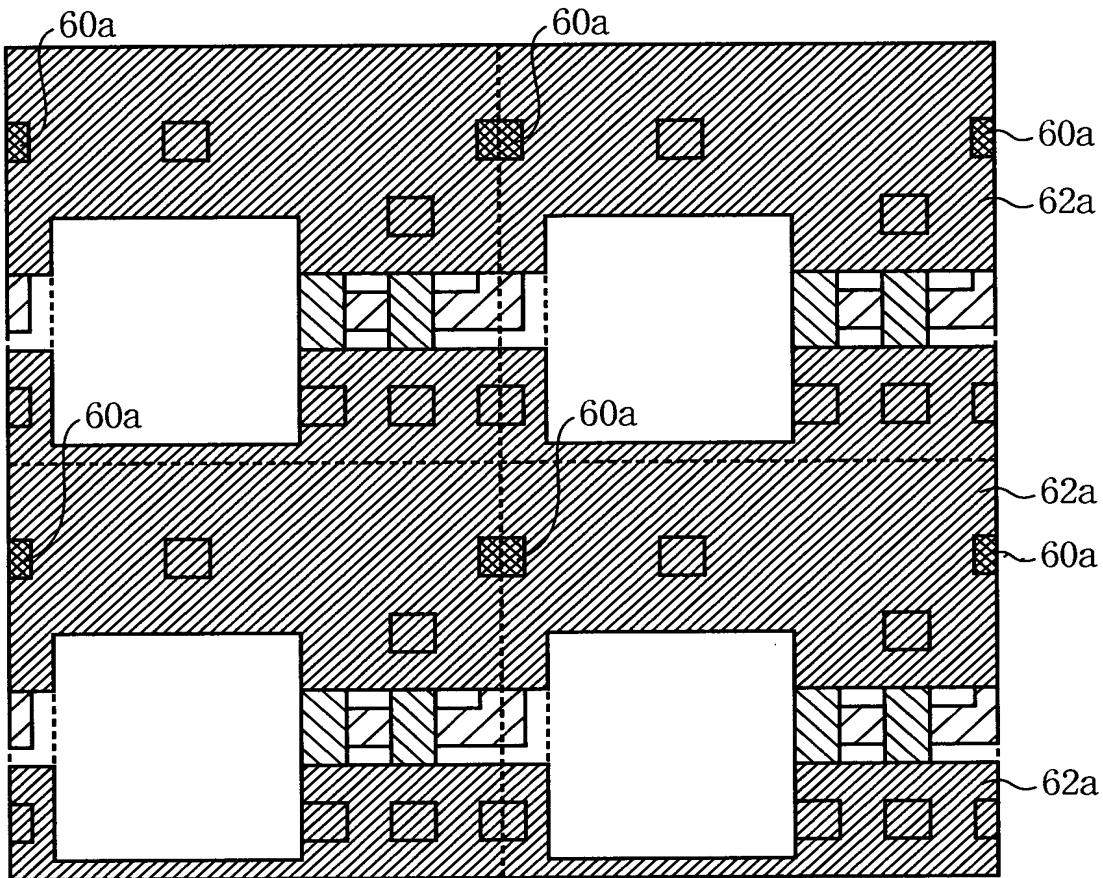
【図 1 5】

本発明の第3実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



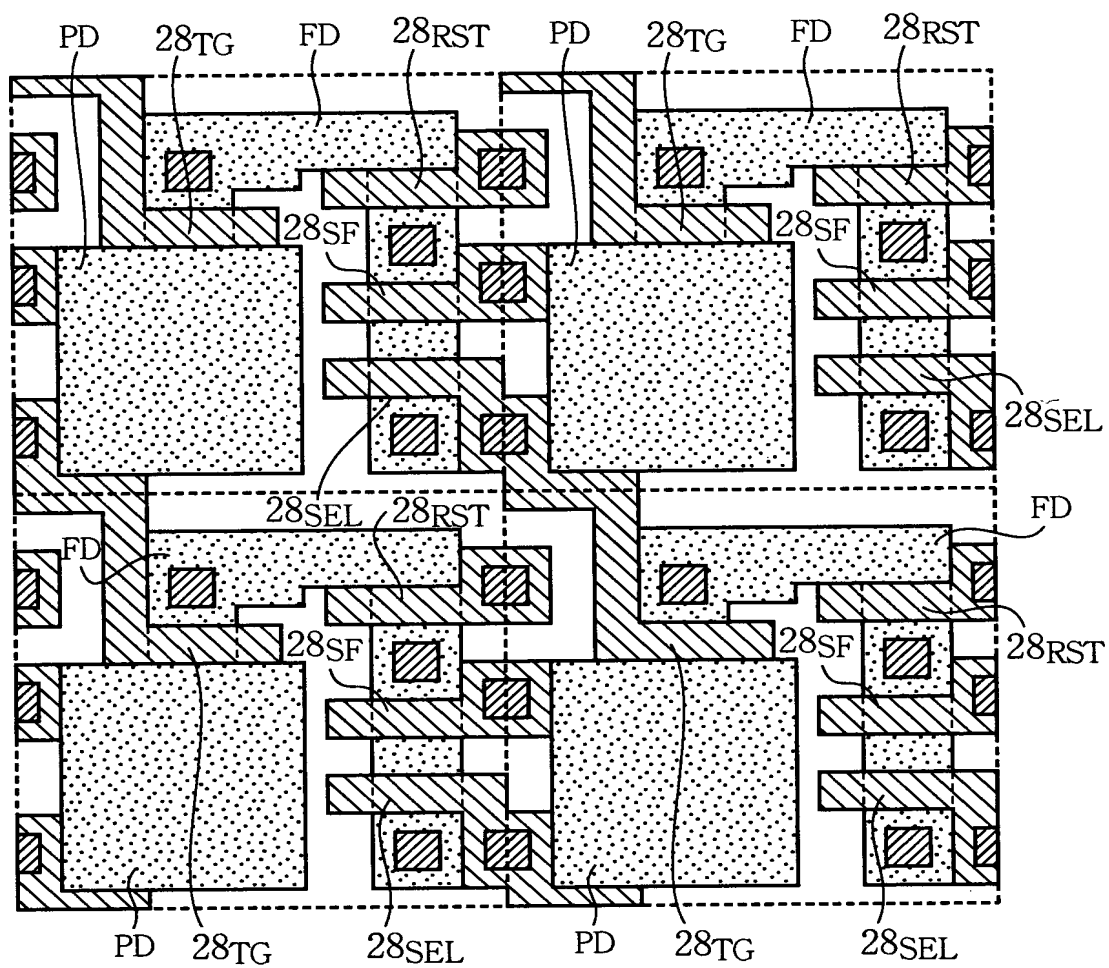
【図 1 6】

本発明の第3実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



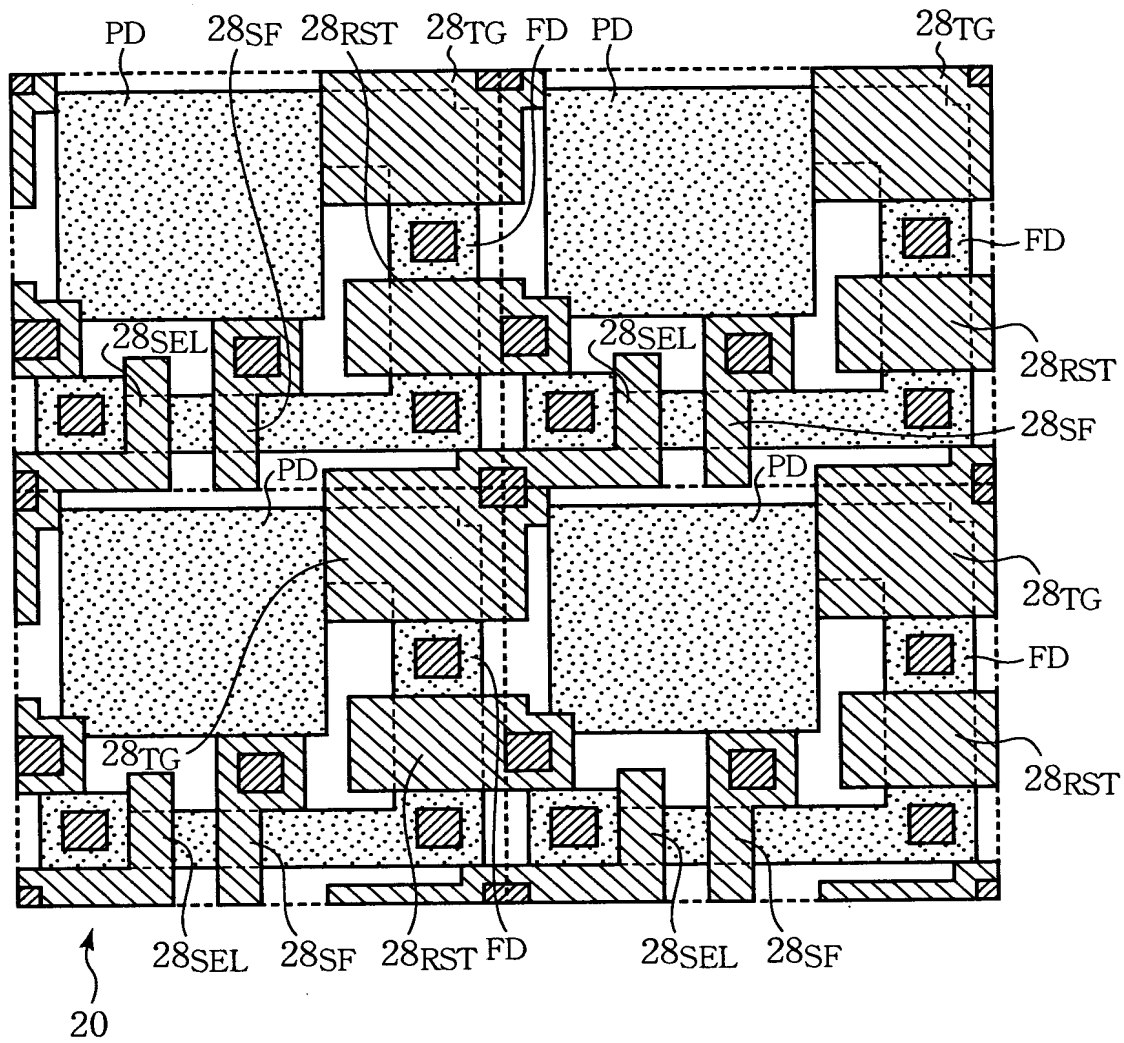
【図17】

本発明の第3実施形態の変形例による固体撮像装置の
構造を示す平面図



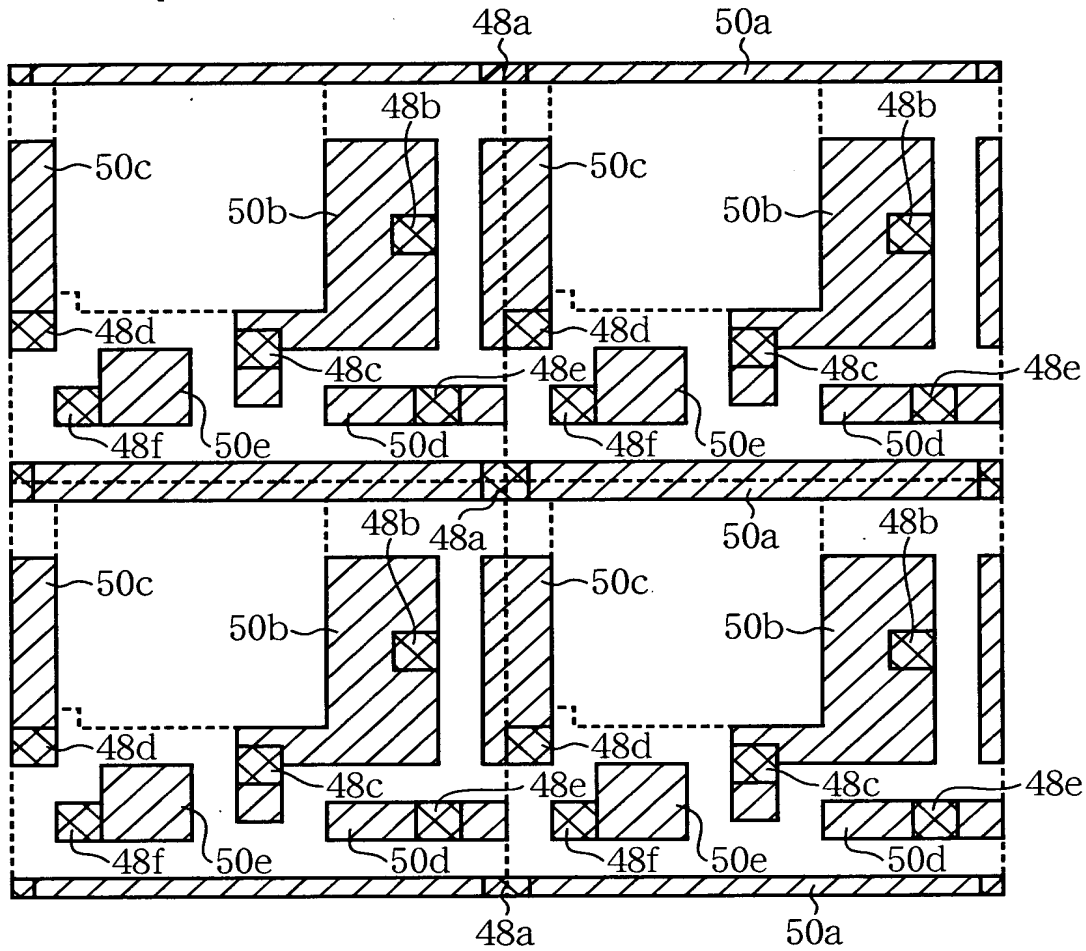
【図18】

本発明の第4実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



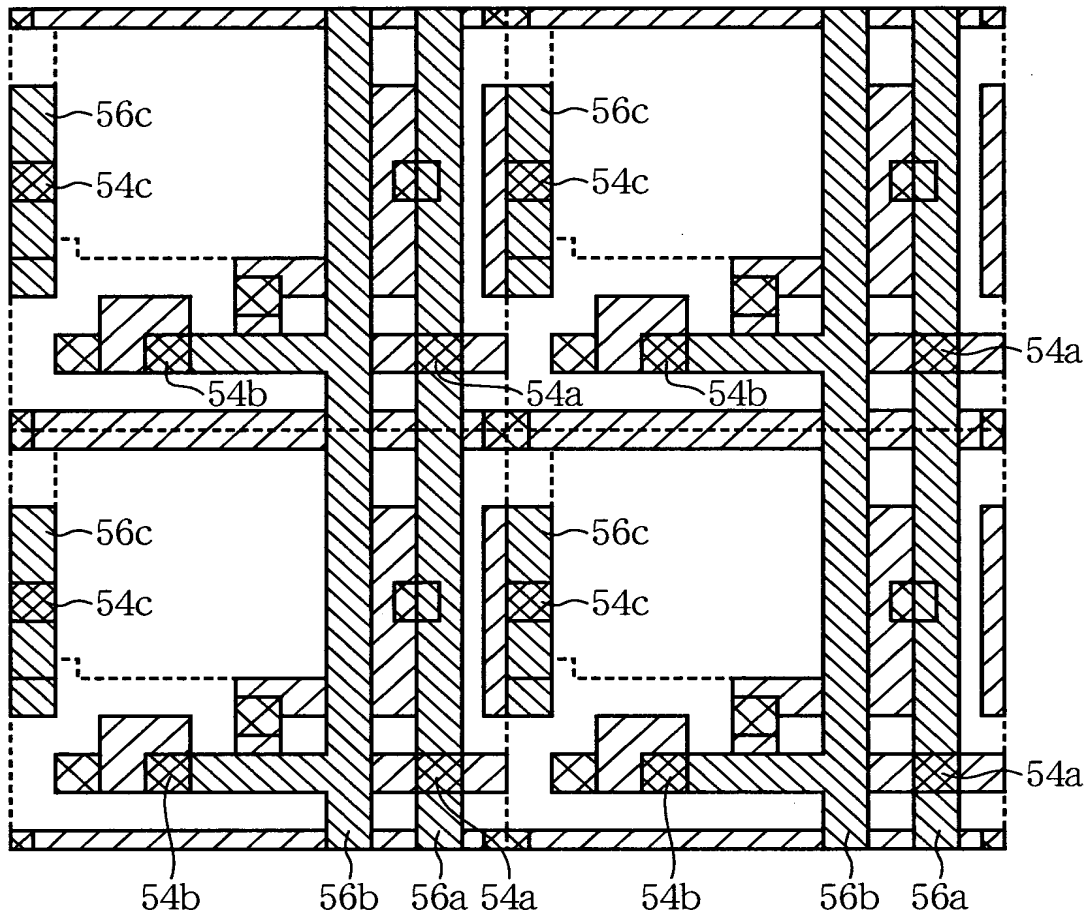
【図 1 9】

本発明の第4実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



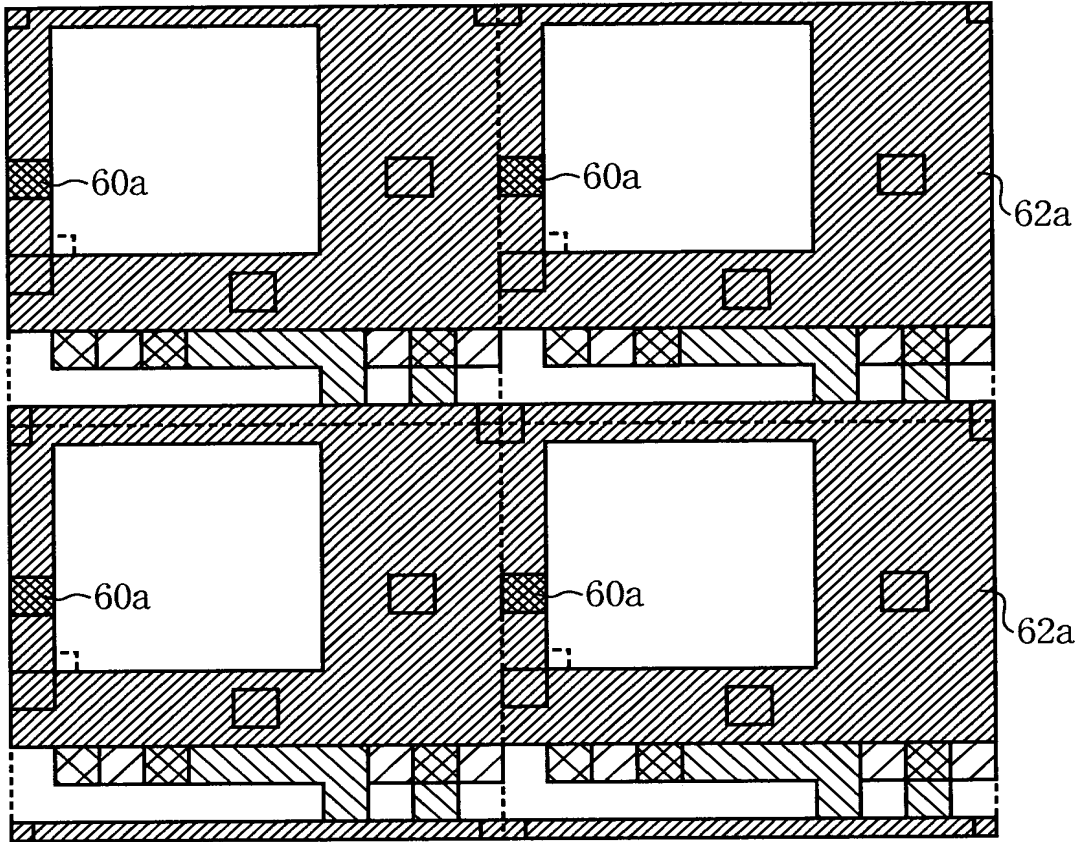
【図 2 0】

本発明の第4実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



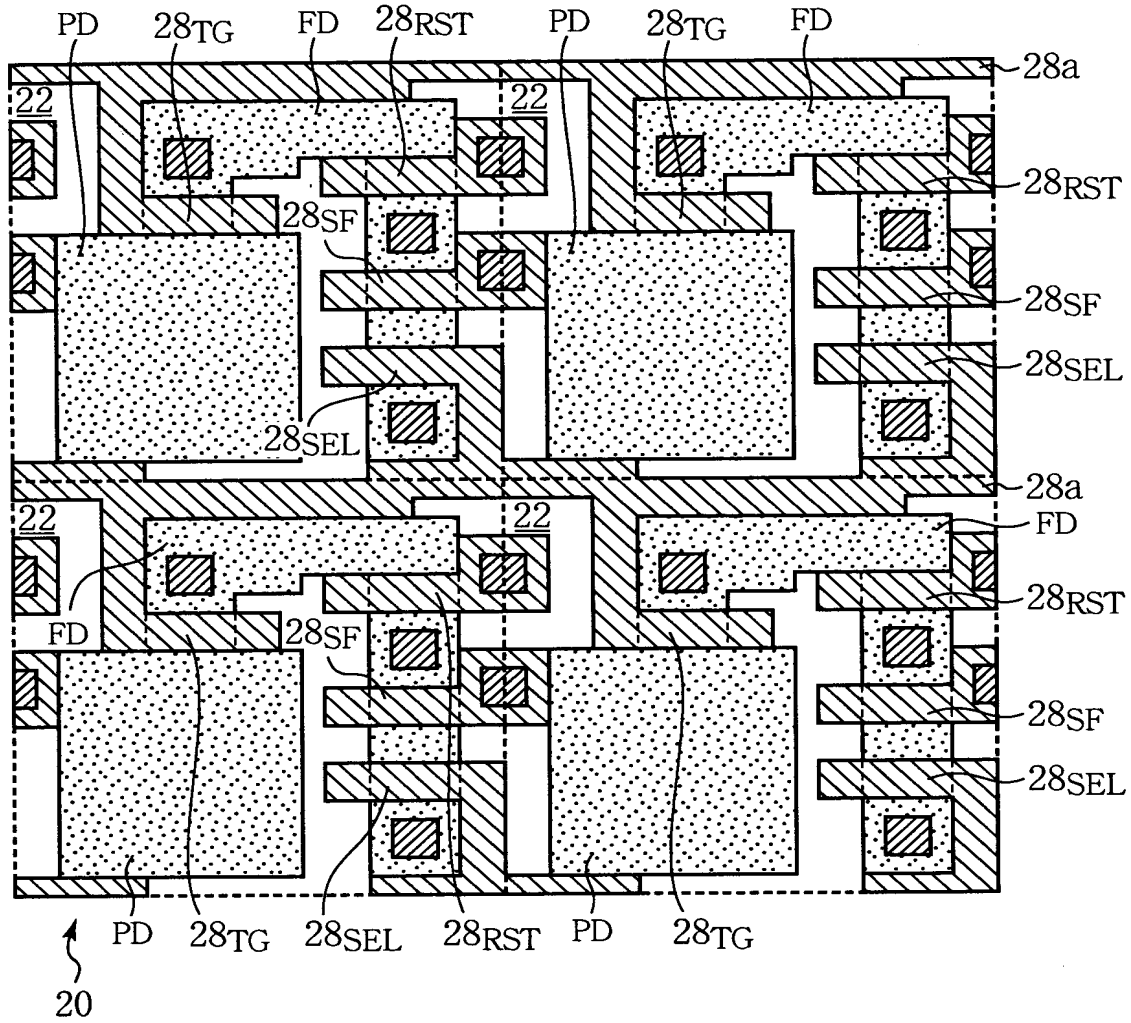
【図 2 1】

本発明の第4実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



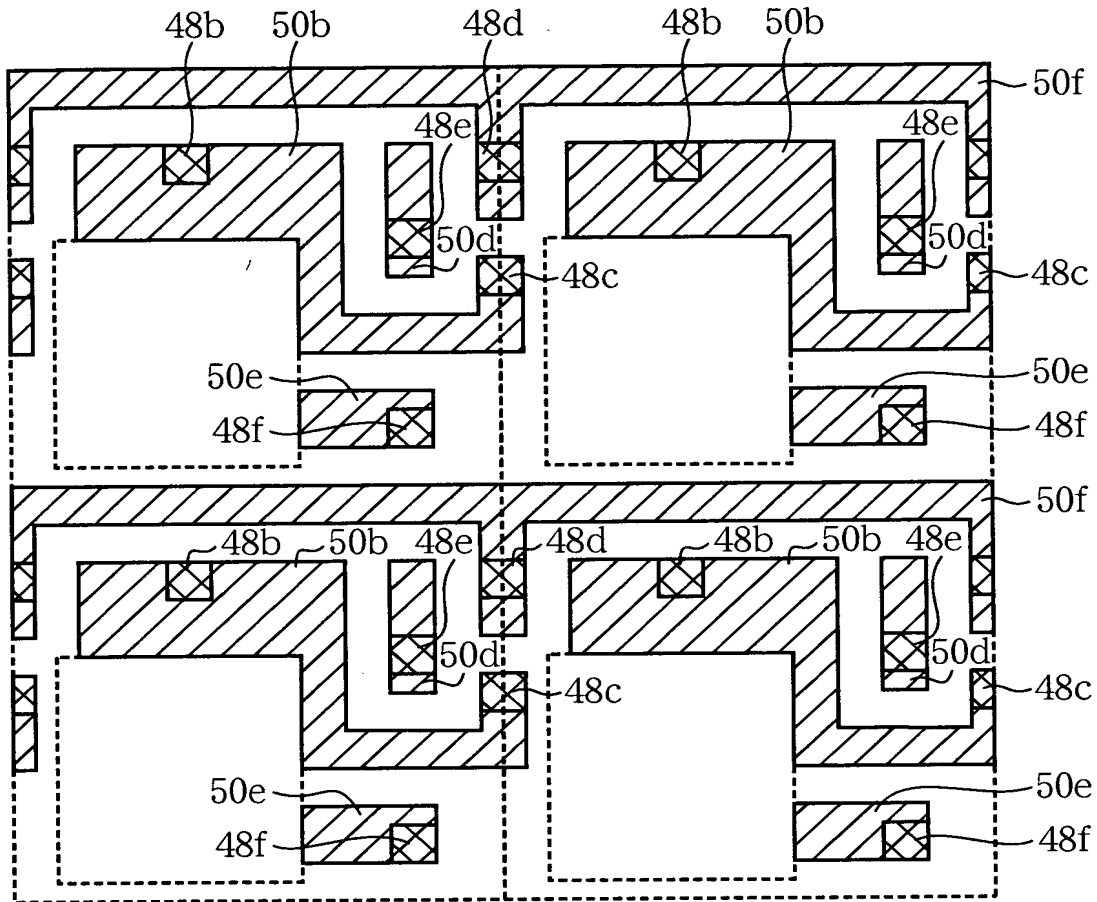
【図 22】

本発明の第5実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



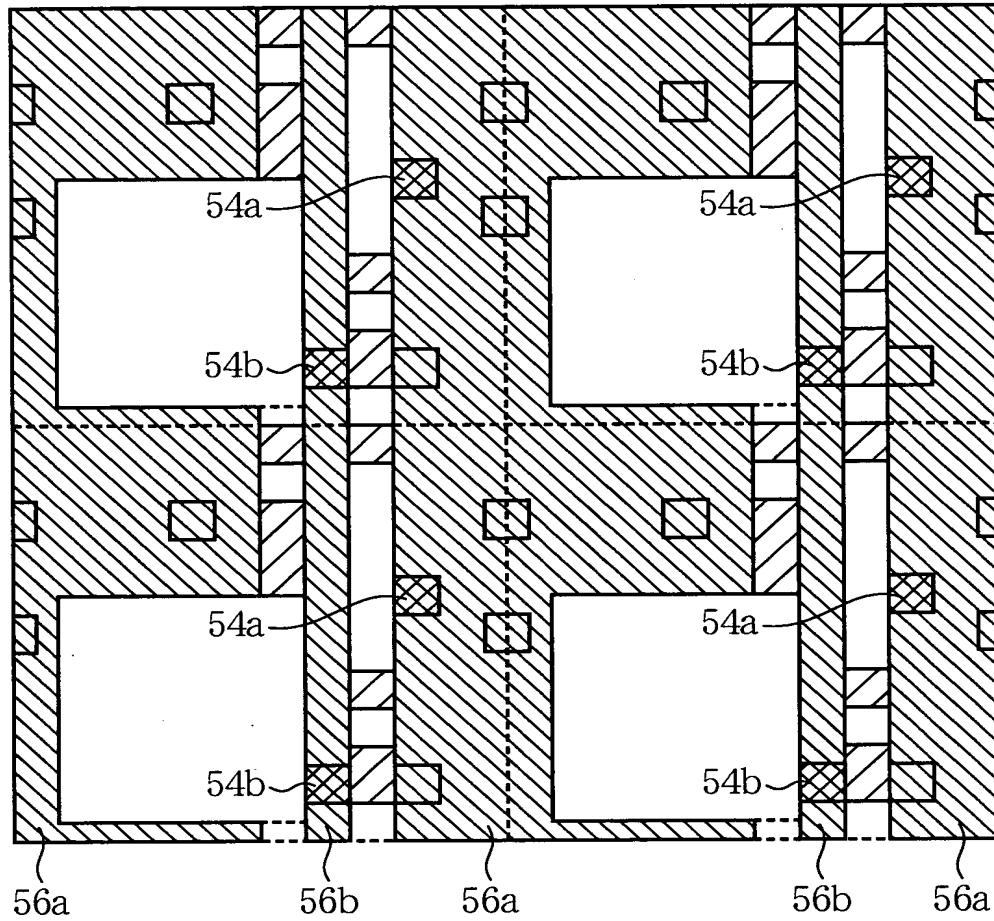
【図 2 3】

本発明の第5実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



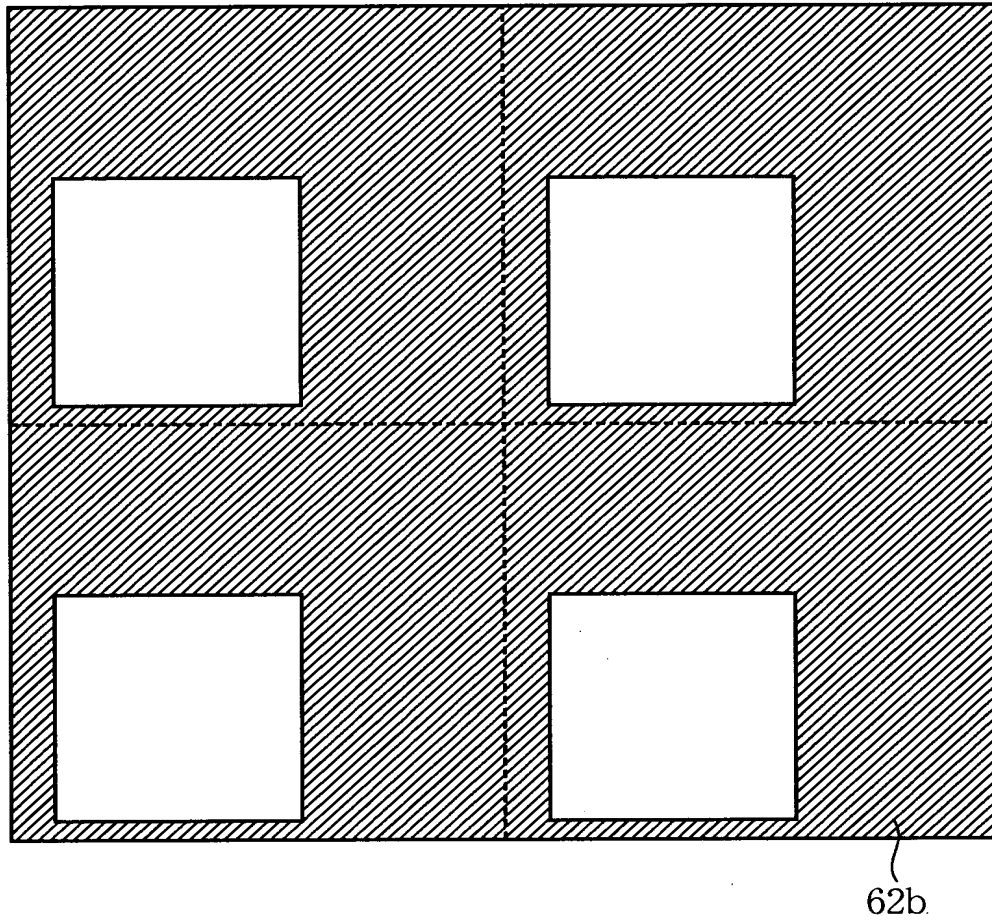
【図 2 4】

本発明の第5実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



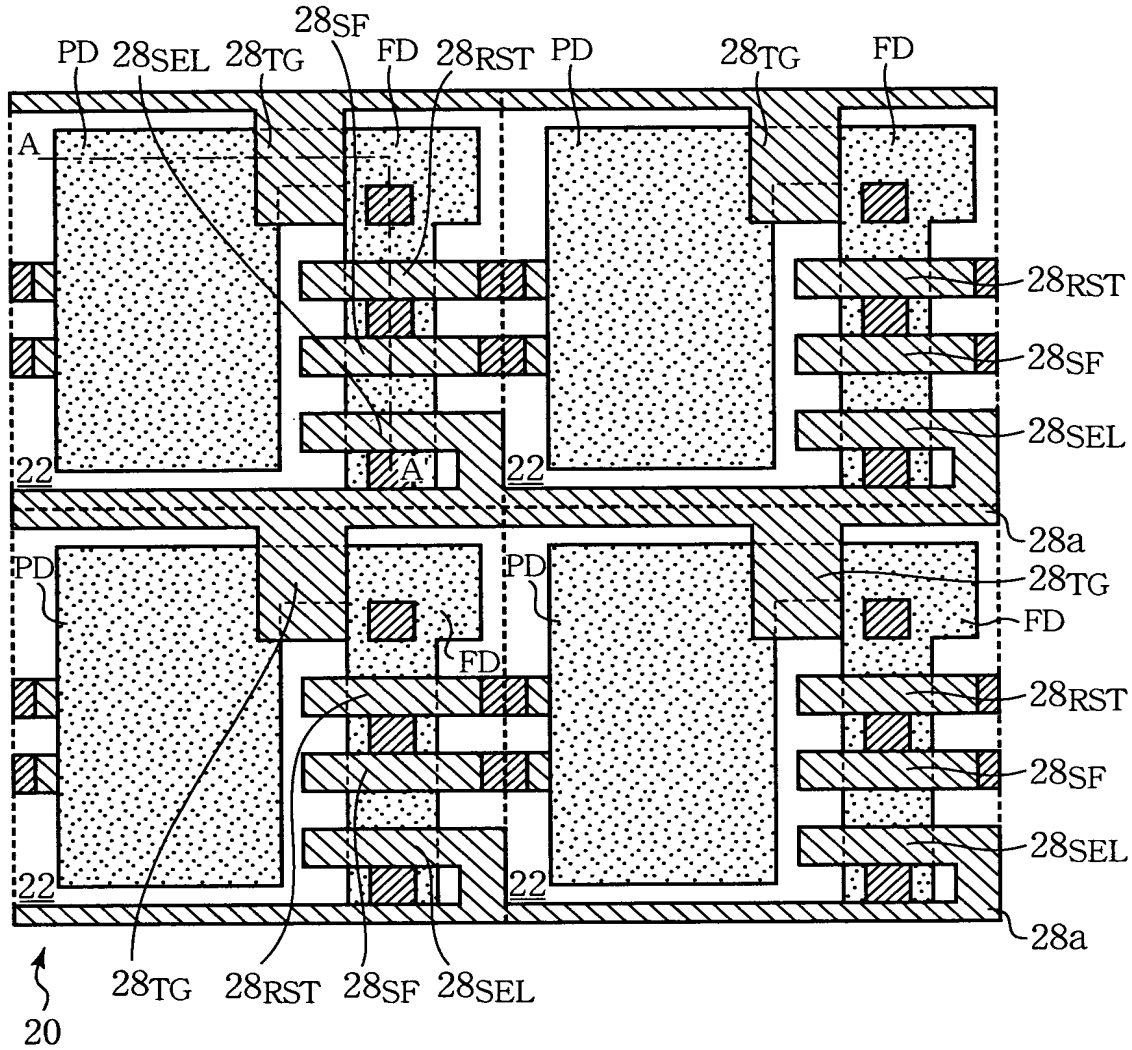
【図 2 5】

本発明の第5実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



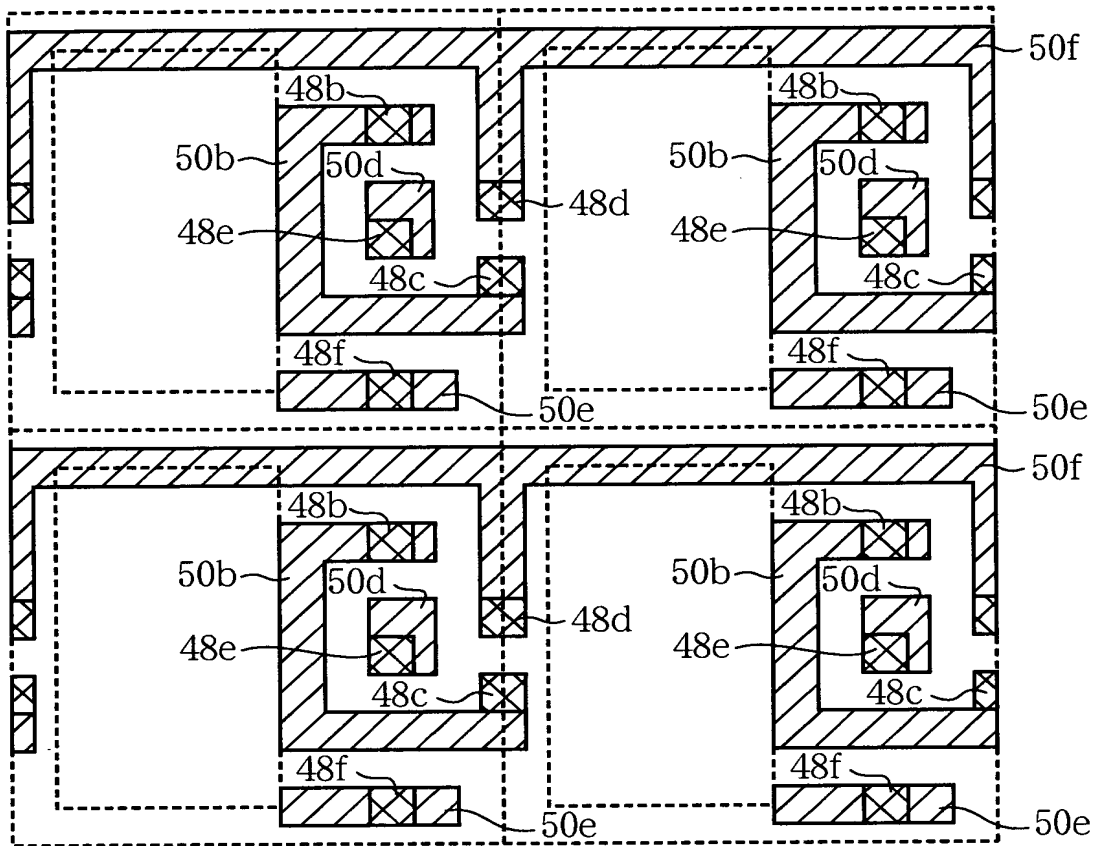
【図 2 6】

本発明の第6実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



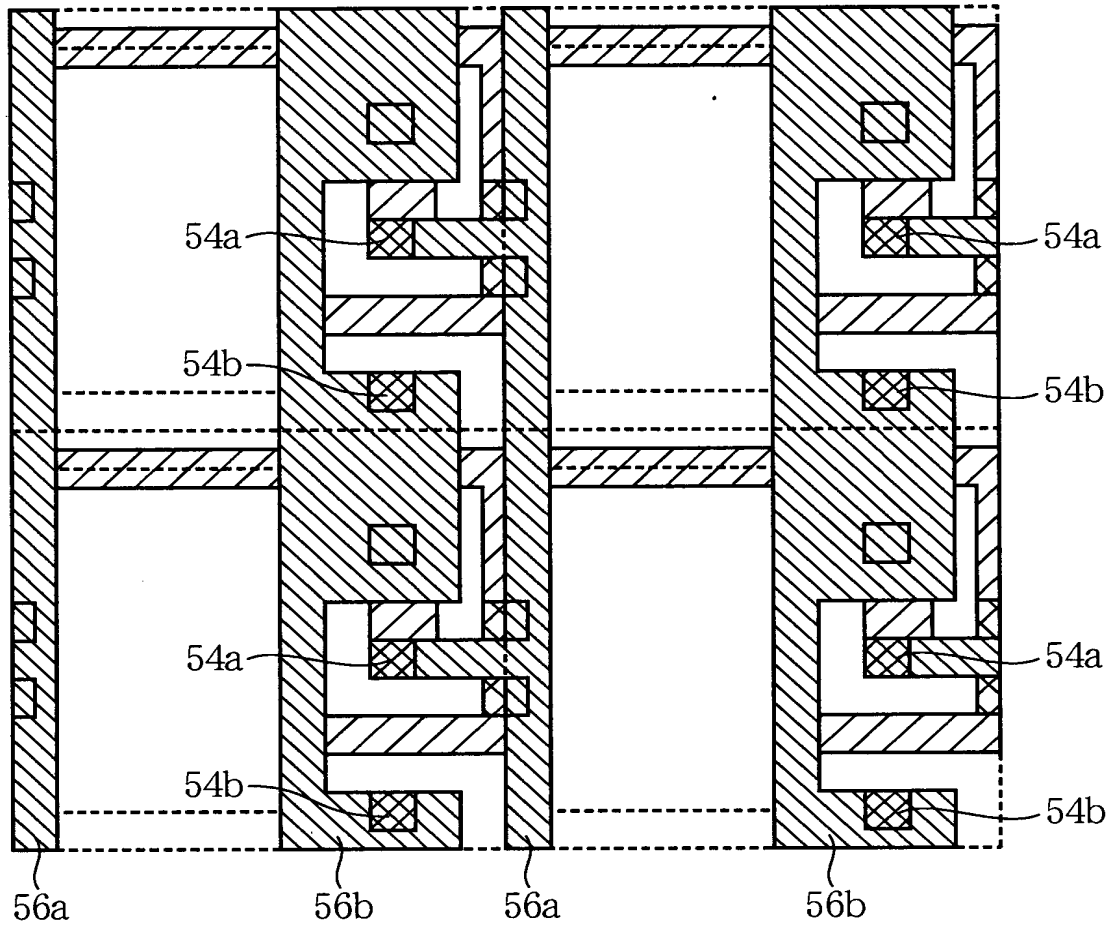
【図 2 7】

本発明の第6実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



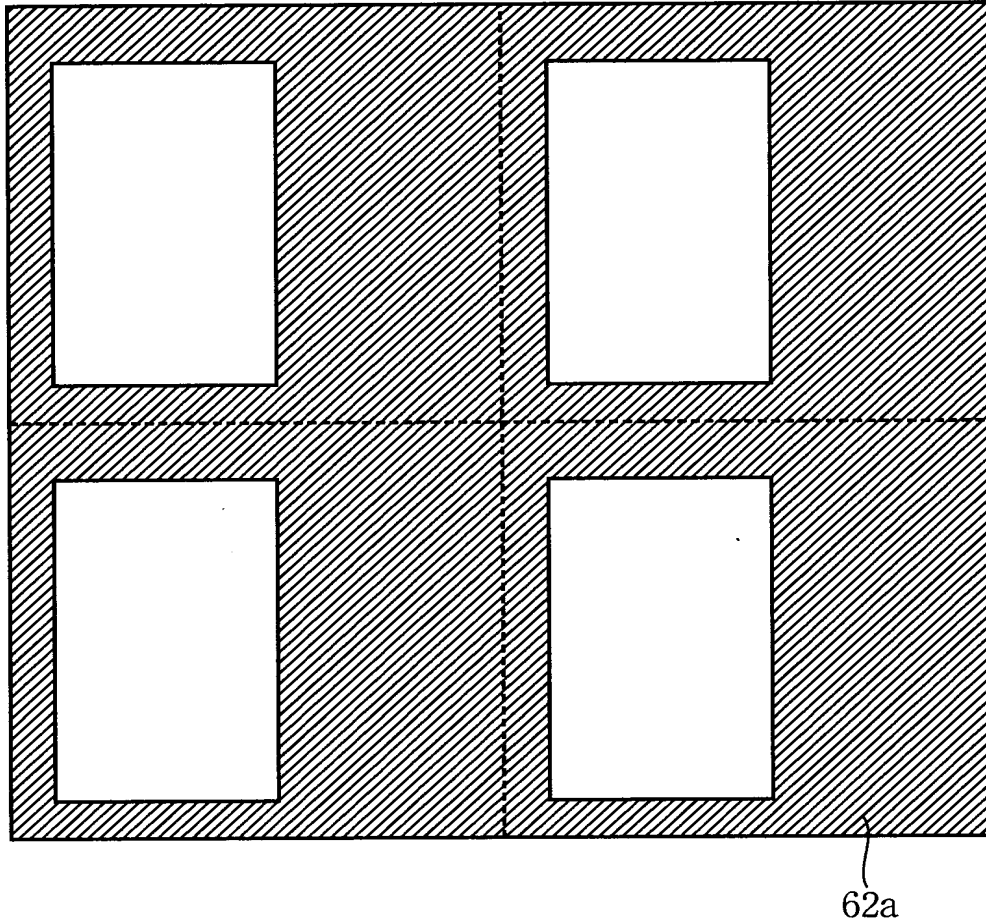
【図 2 8】

本発明の第6実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



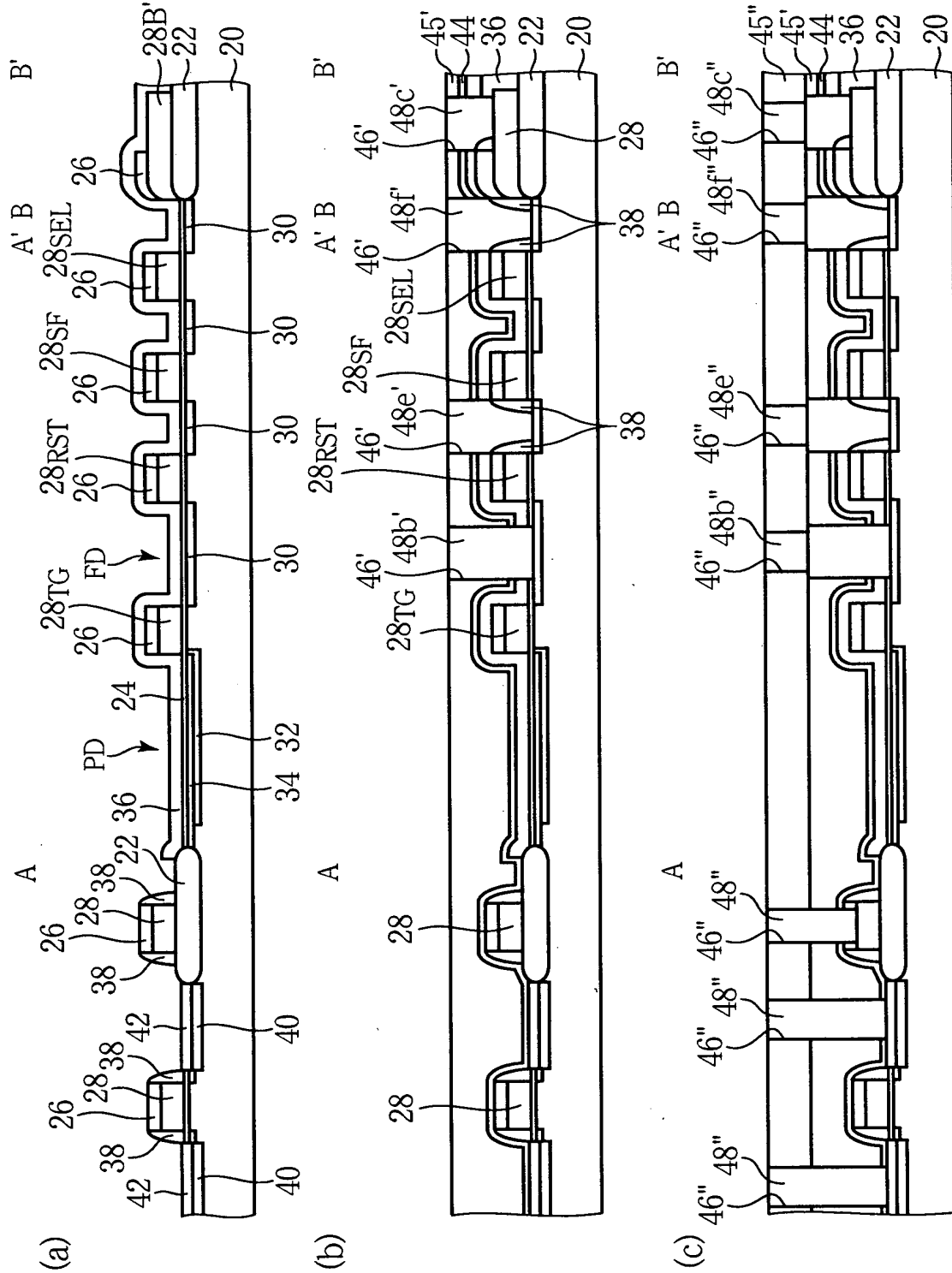
【図 2 9】

本発明の第6実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



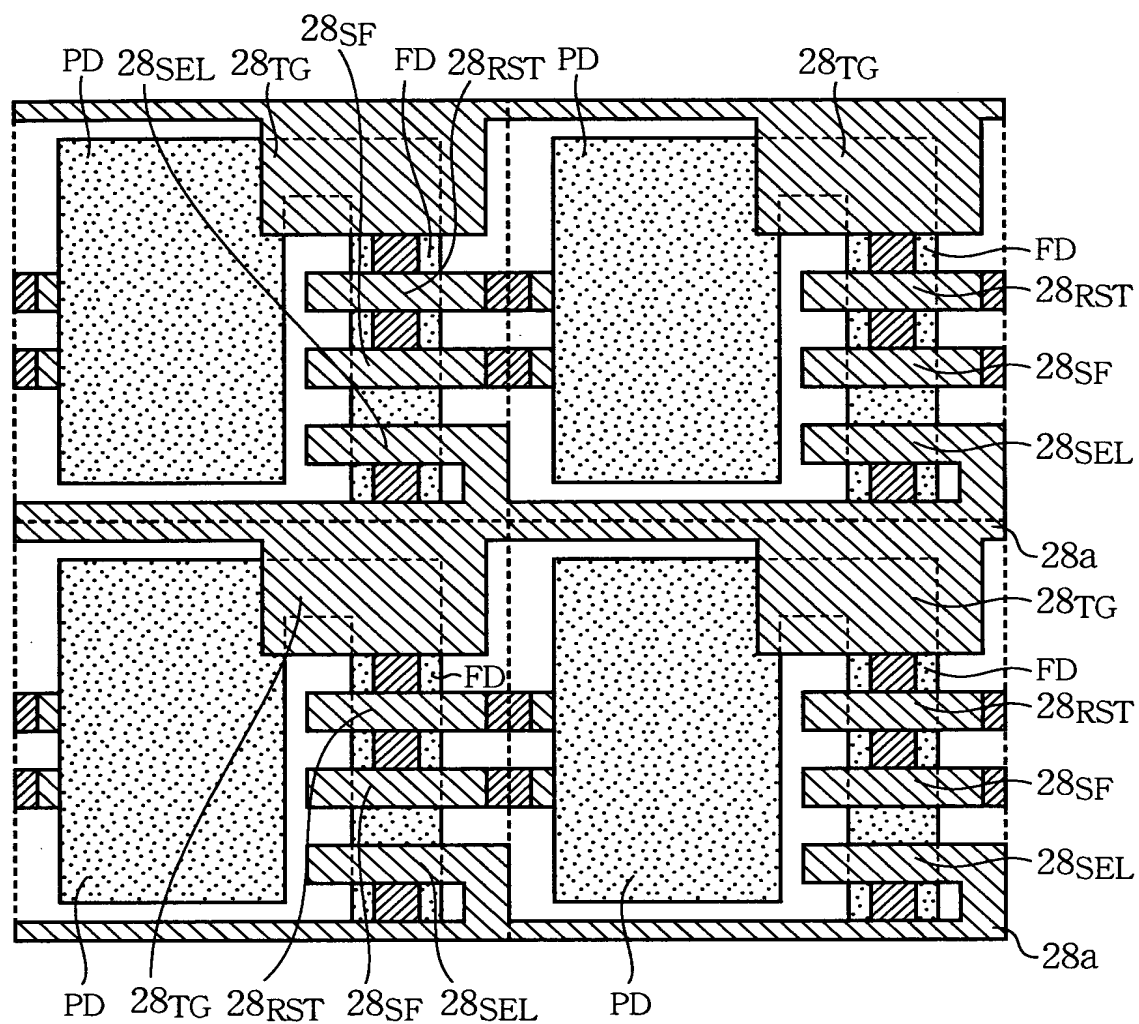
【図30】

本発明の第6実施形態による固体撮像装置の製造方法を
示す工程断面図



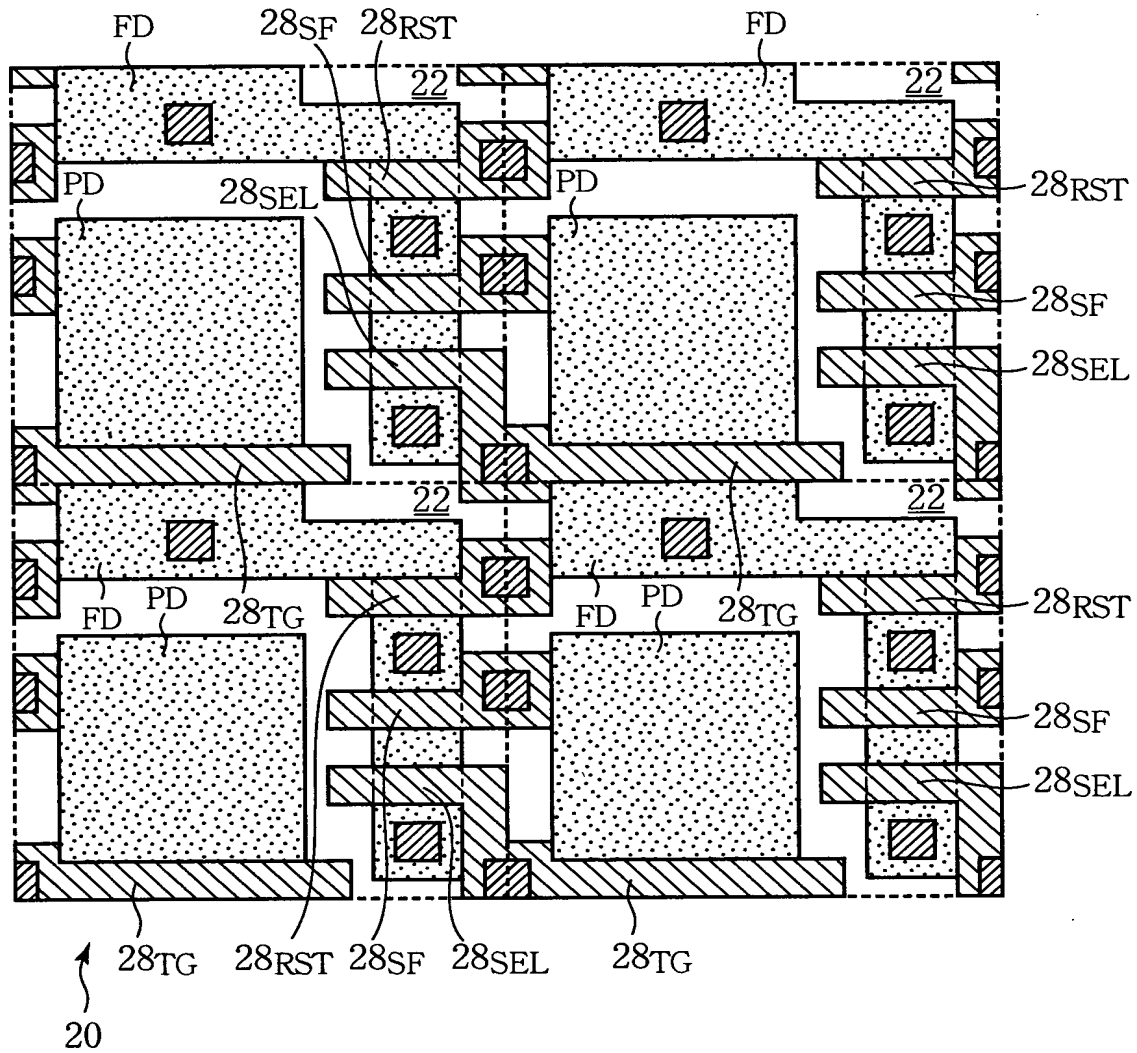
【図 3 1】

本発明の第6実施形態の変形例による固体撮像装置の
構造を示す平面図



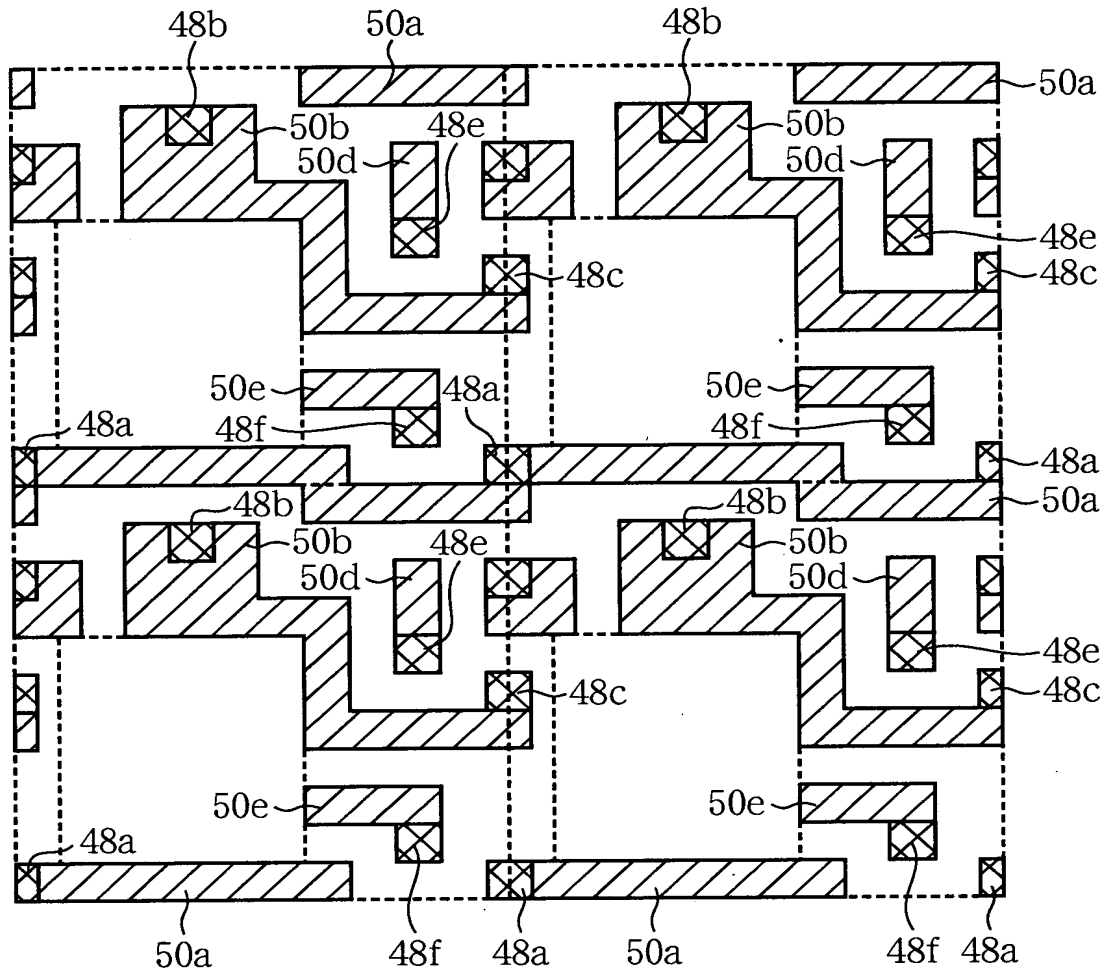
【図 3 2】

本発明の第7実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



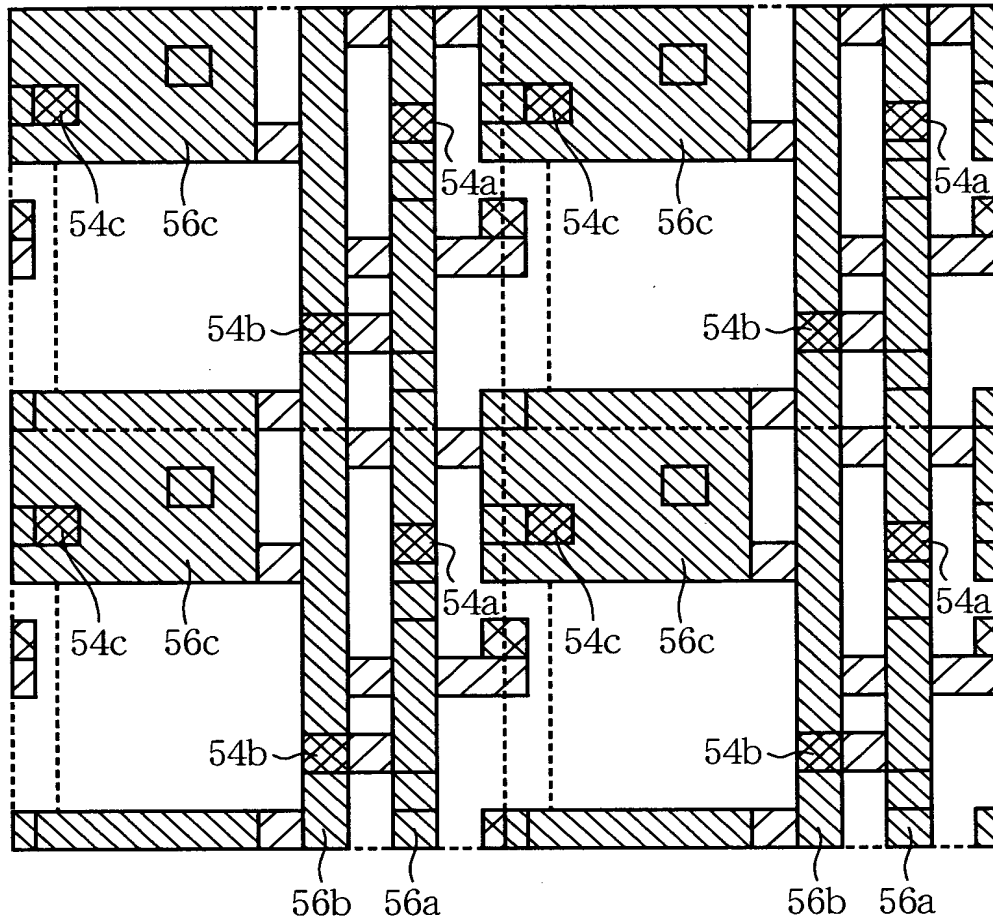
【図 3 3】

本発明の第7実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



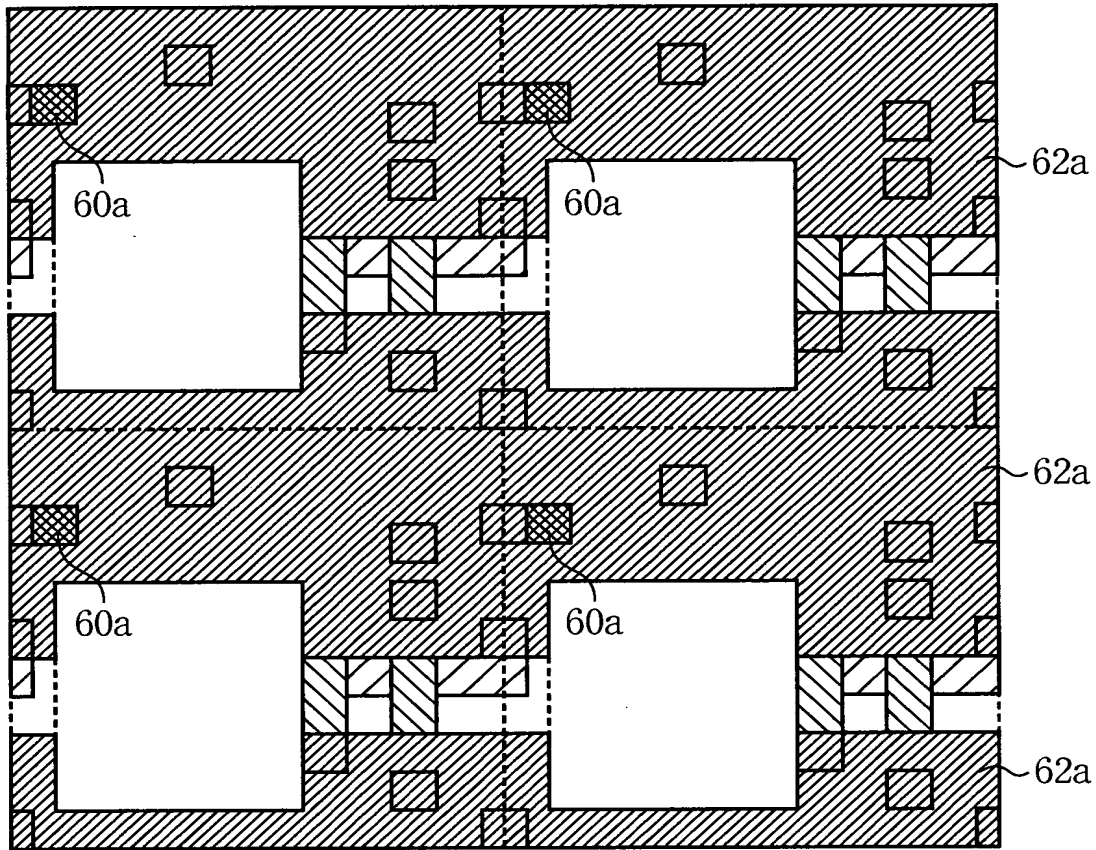
【図 3 4】

本発明の第7実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



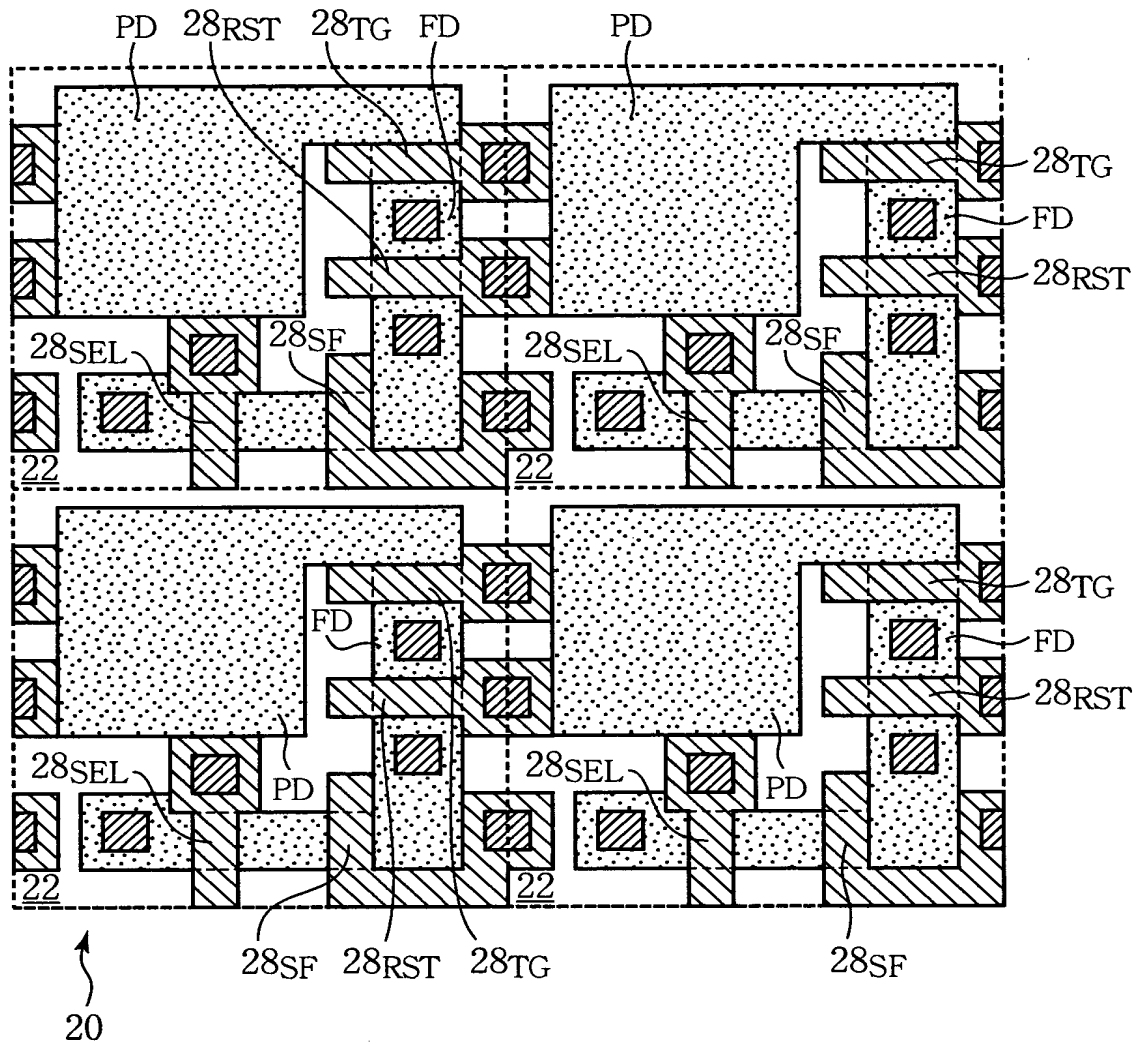
【図 3 5】

本発明の第7実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



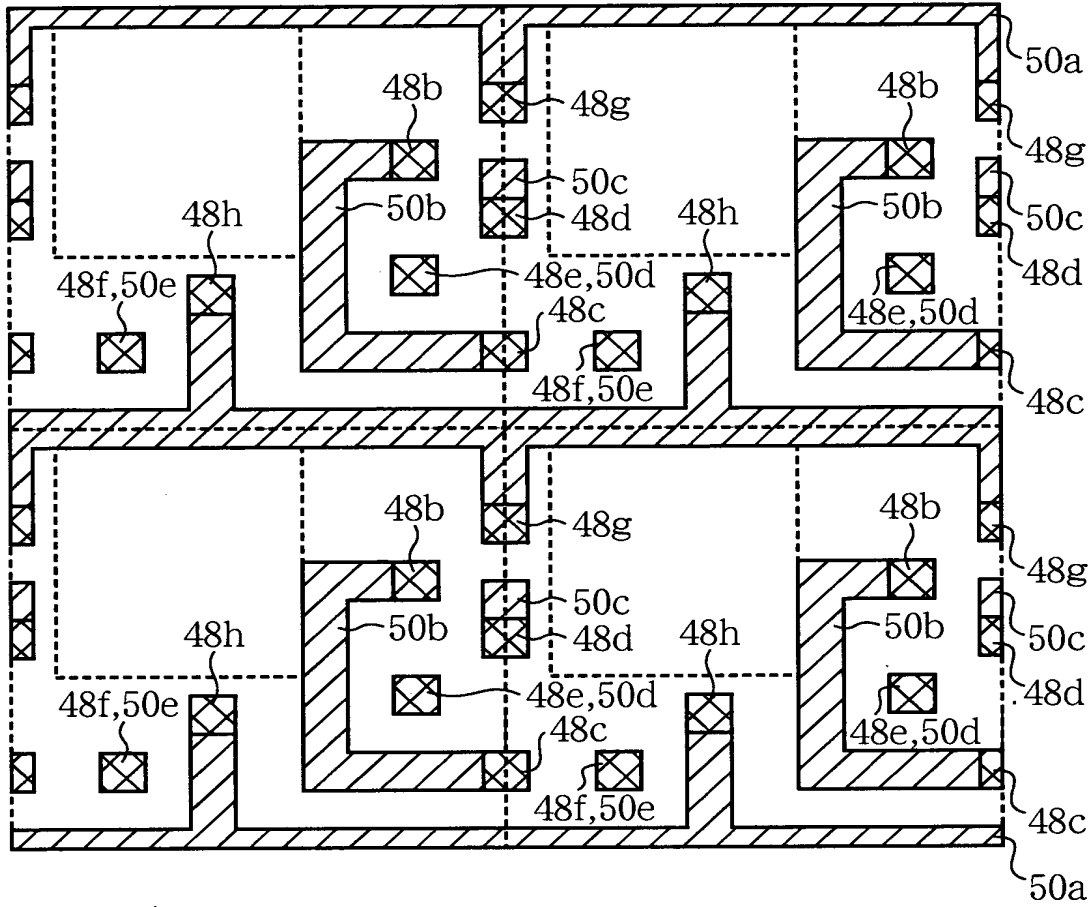
【図 3 6】

本発明の第8実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



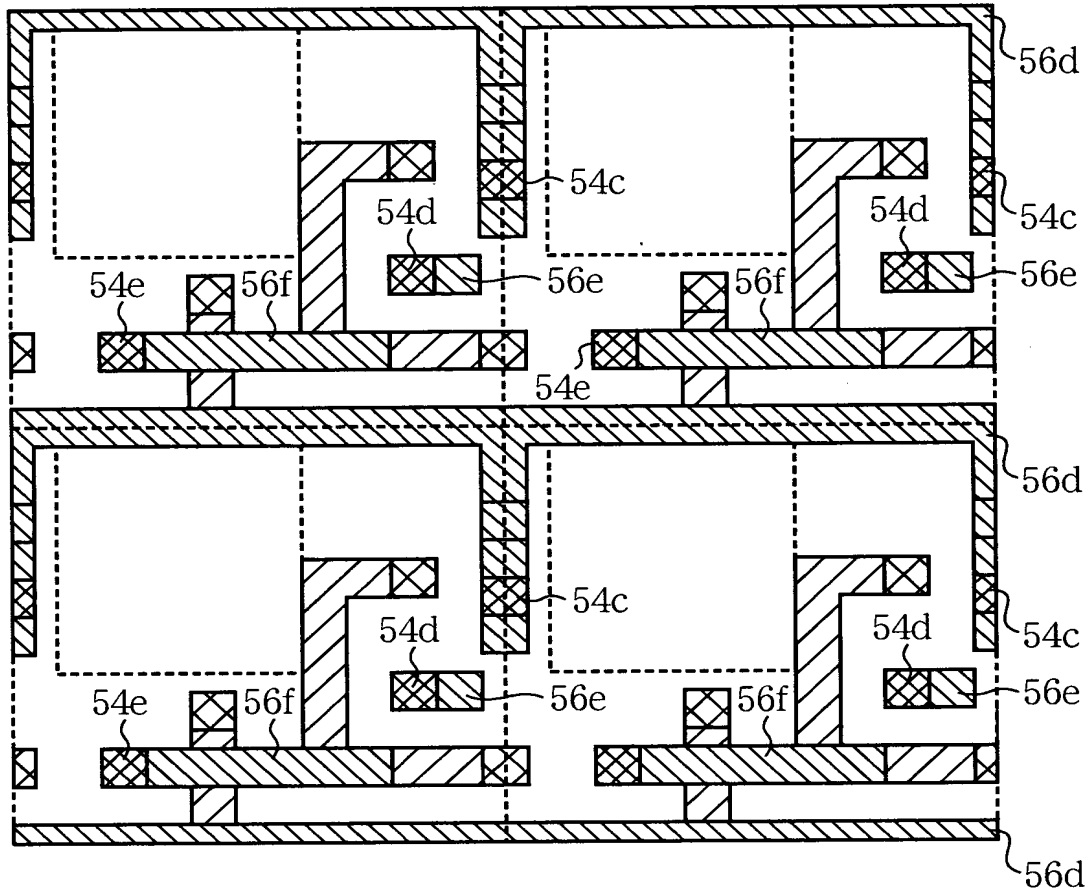
【図 3 7】

本発明の第8実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



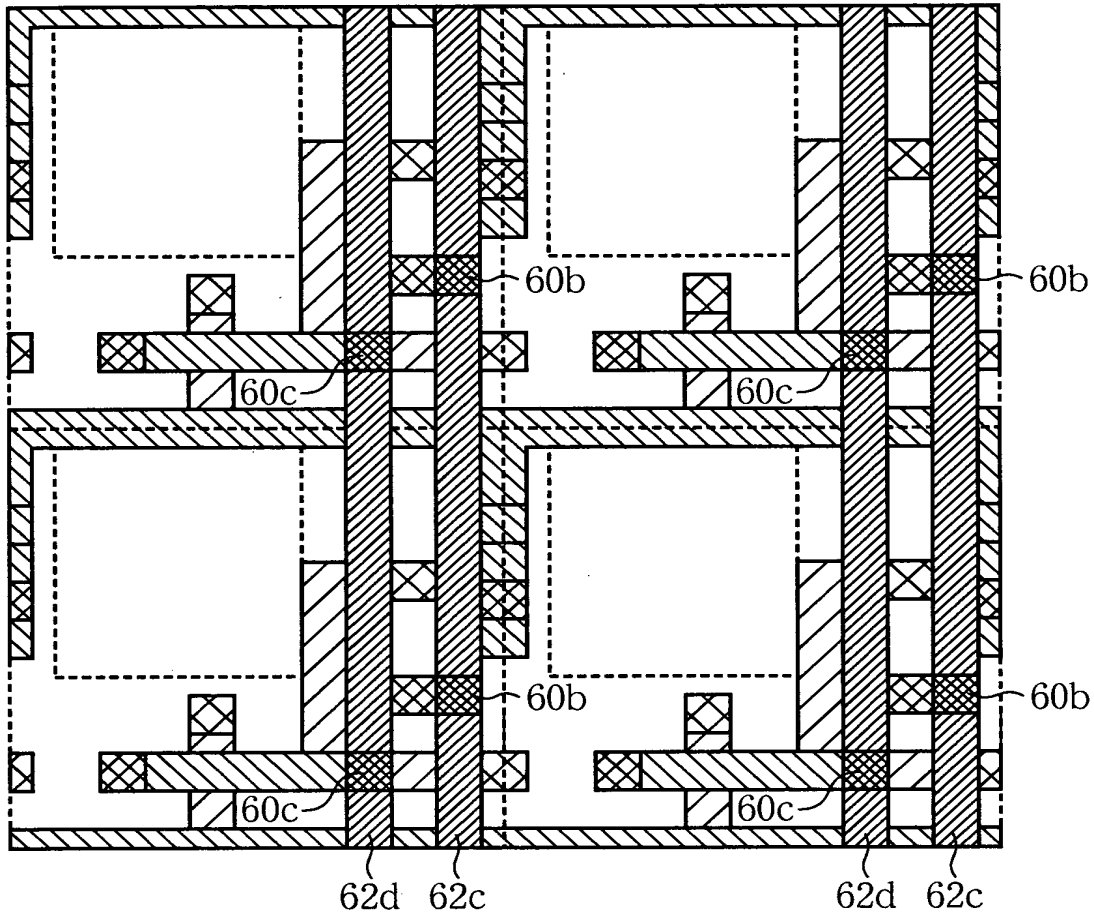
【図 3 8】

本発明の第8実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



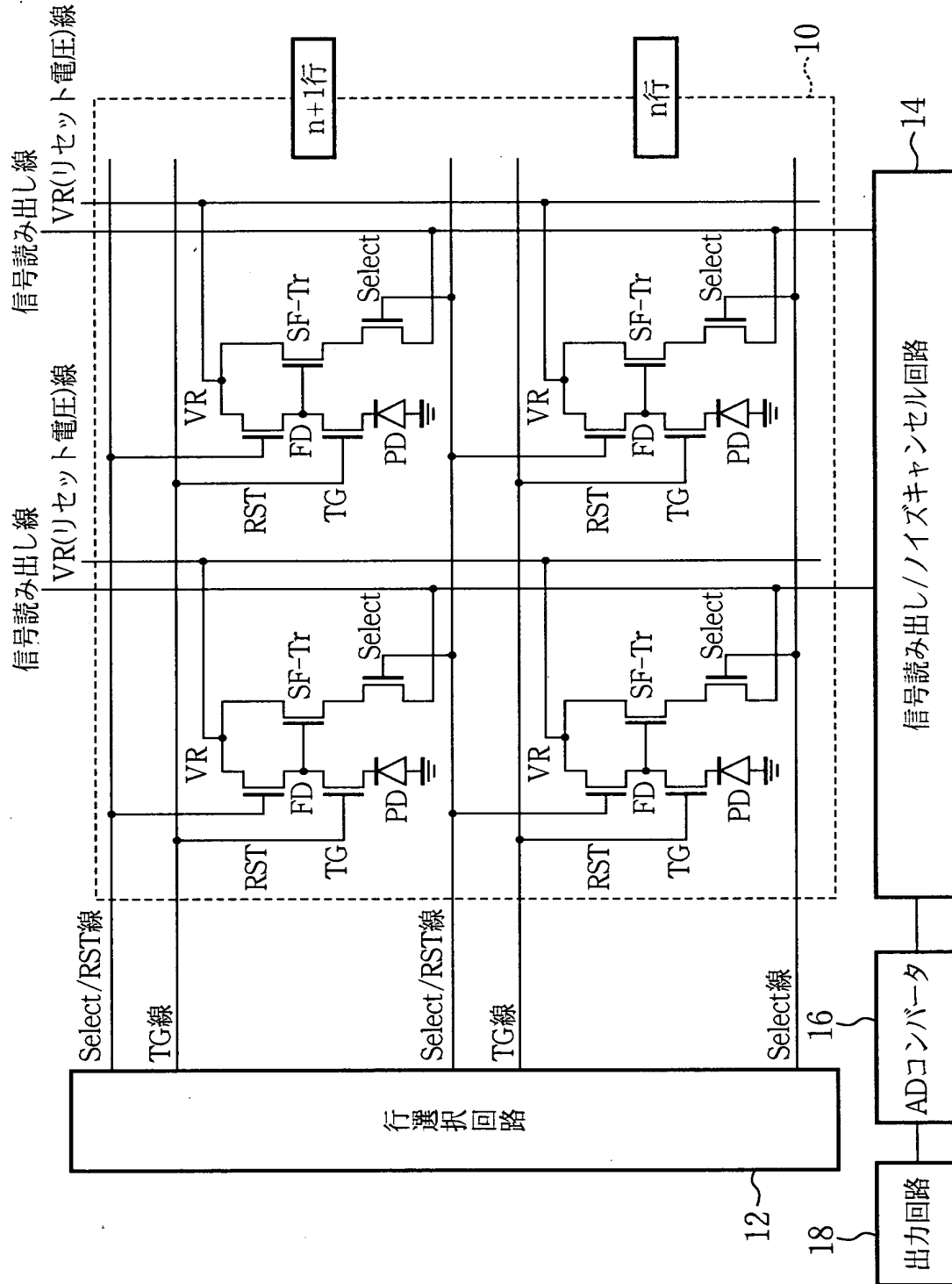
【図 3 9】

本発明の第8実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



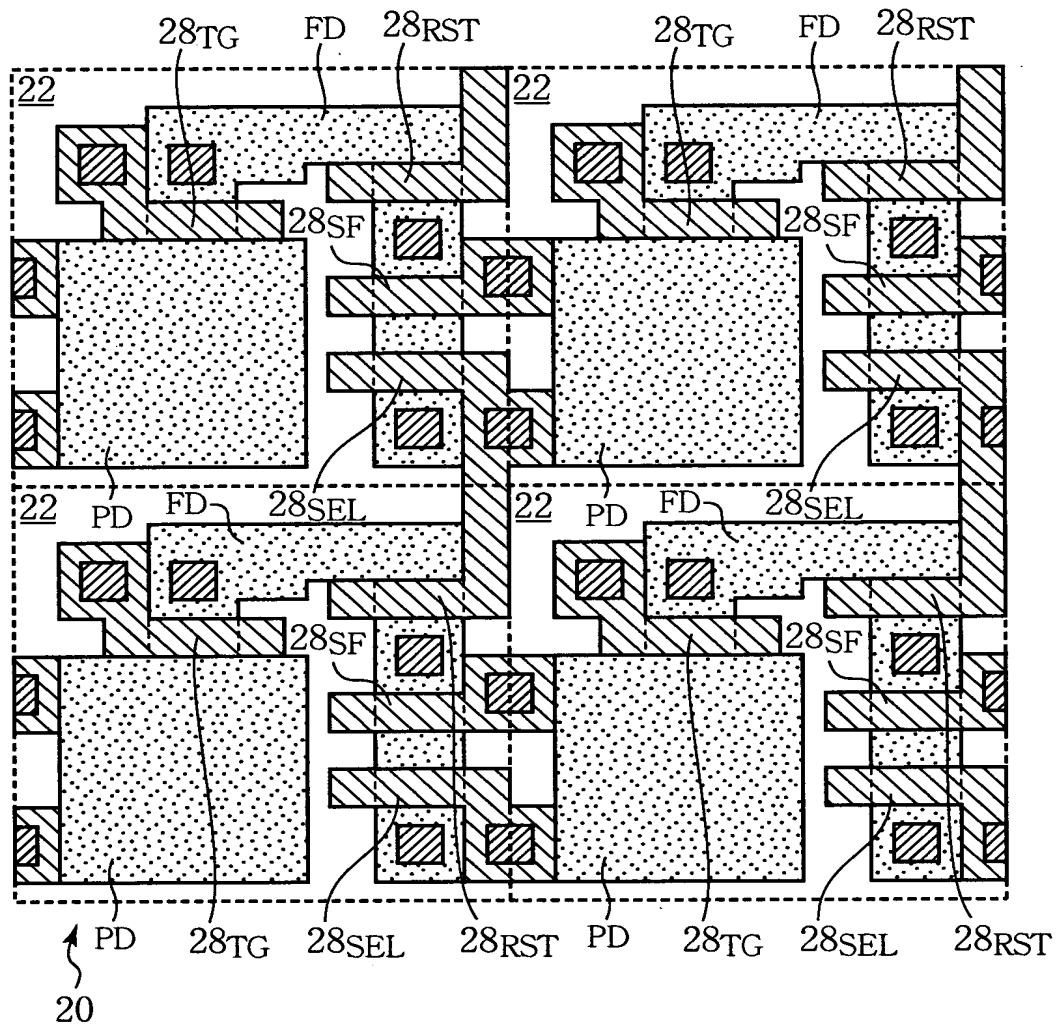
【図 4 0】

本発明の第9実施形態による固体撮像装置の回路図



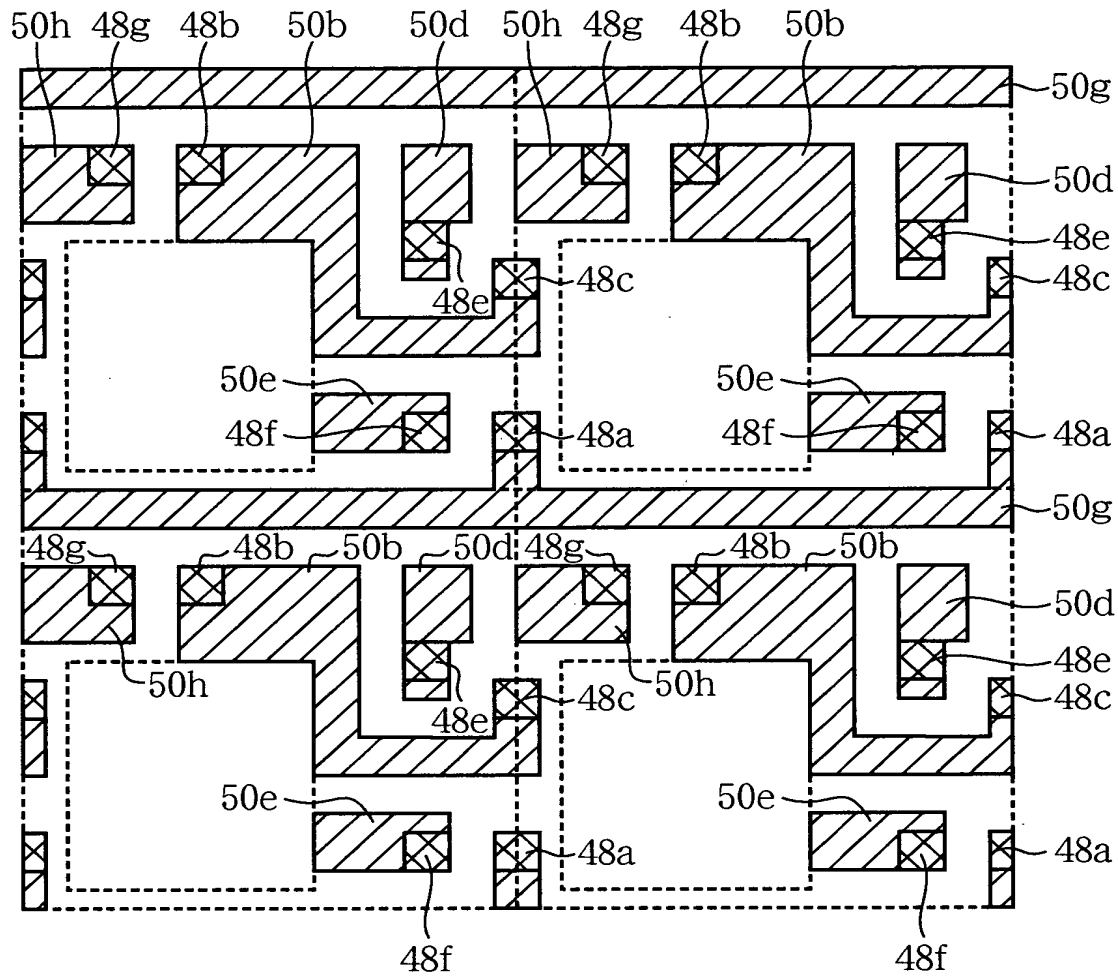
【図 4 1】

本発明の第9実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



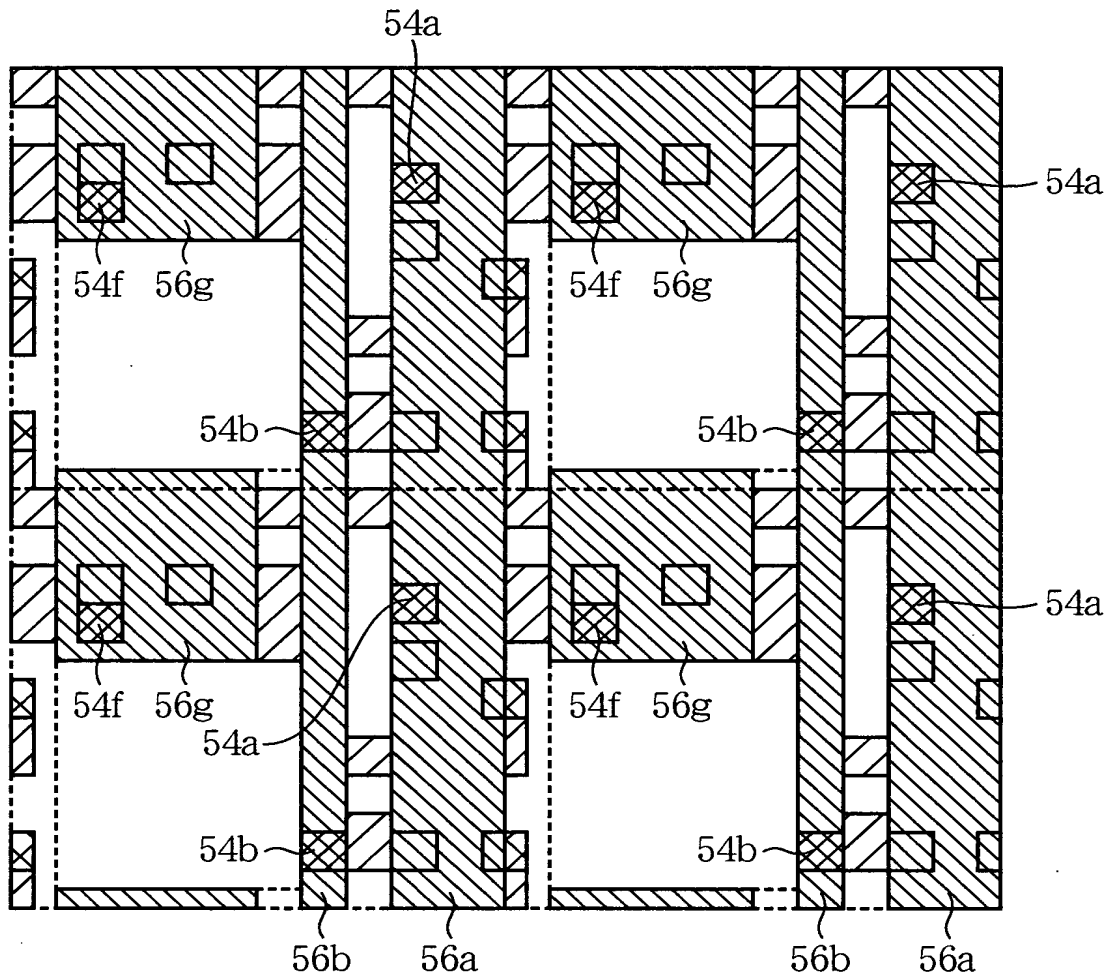
【図 4 2】

本発明の第9実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



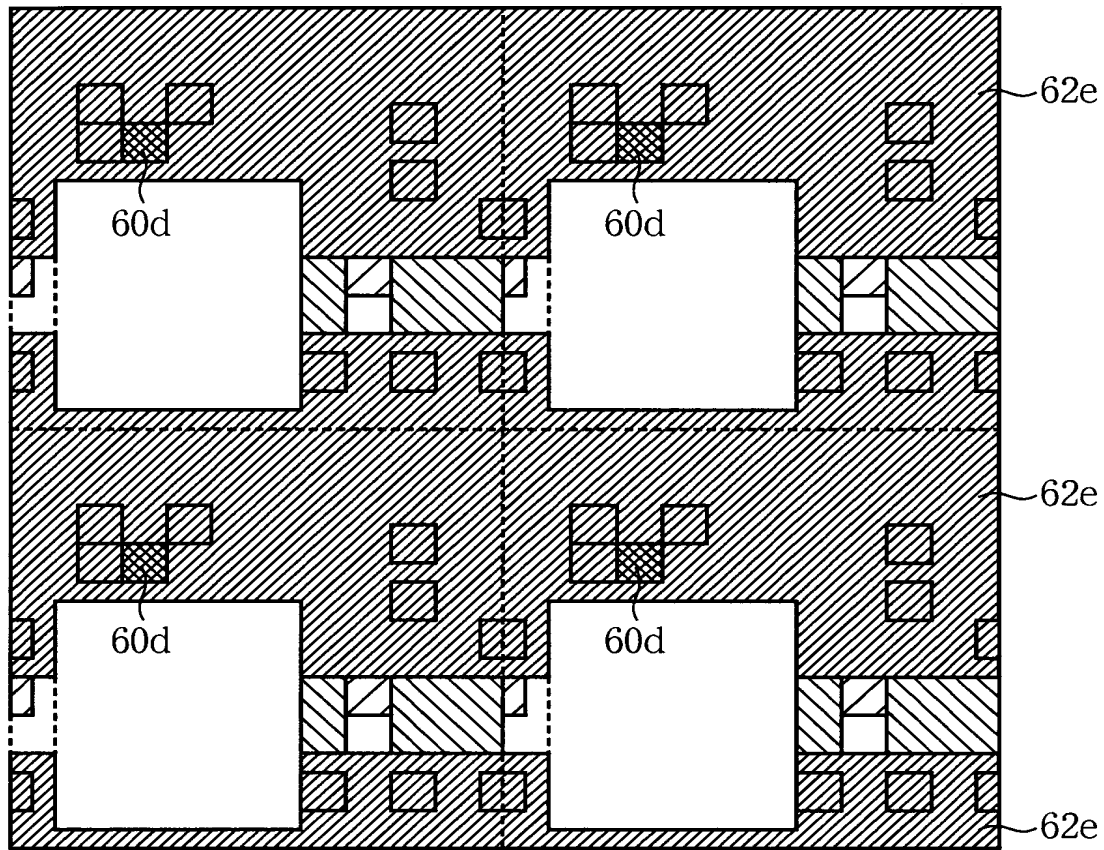
【図 4 3】

本発明の第9実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



【図 4 4】

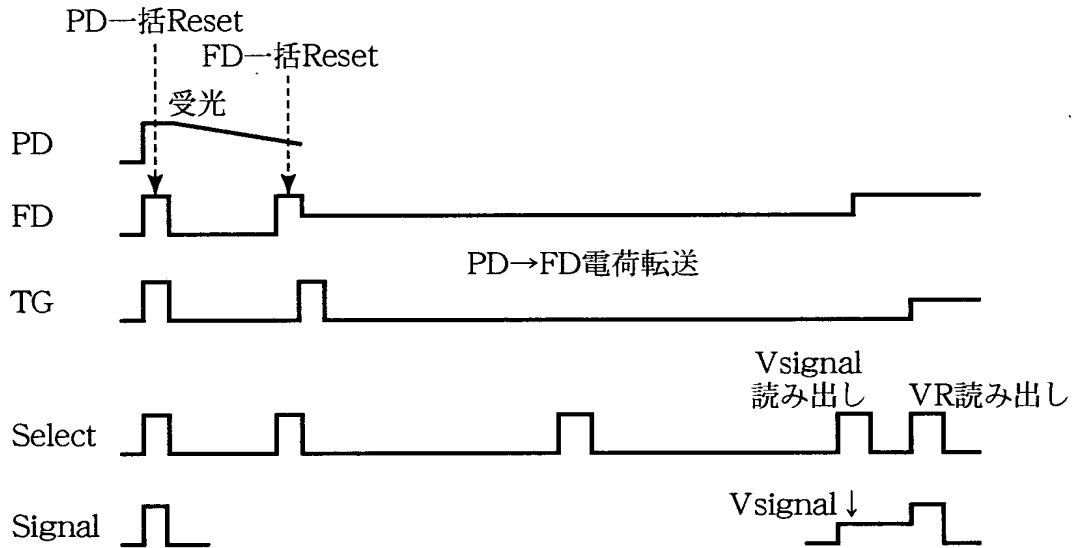
本発明の第9実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



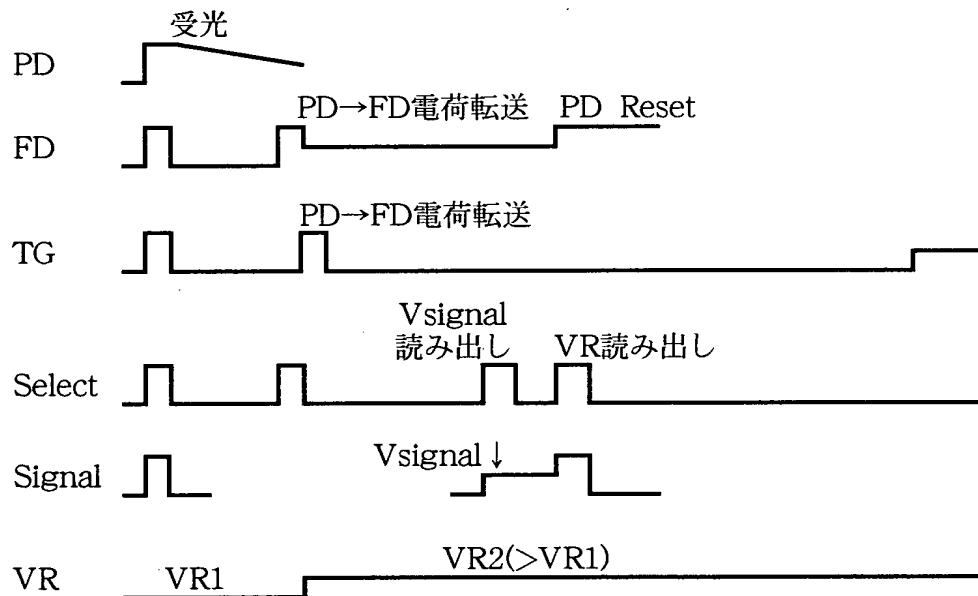
【図 4 5】

本発明の第9実施形態による固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャート

(a) n+1行目

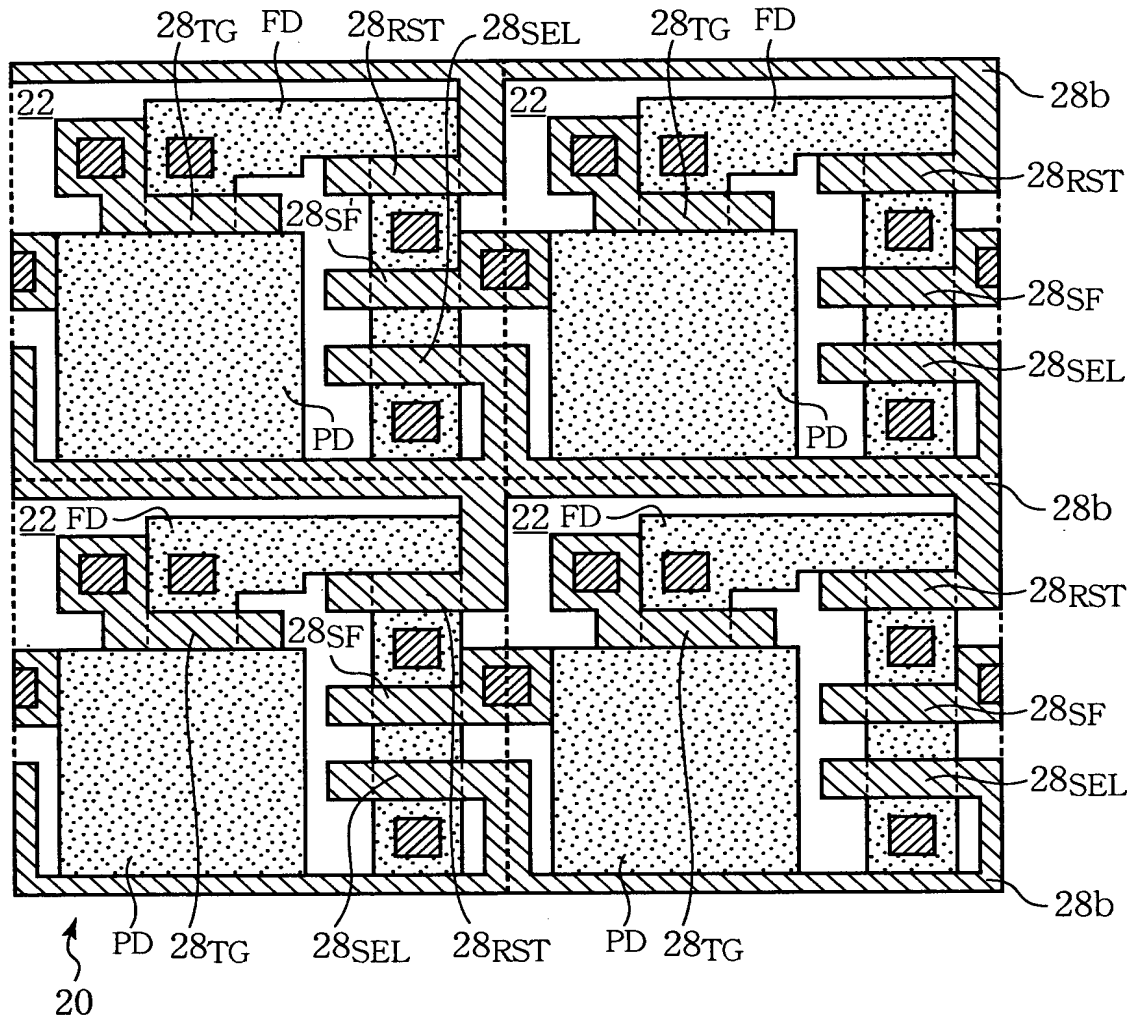


(b) n行目



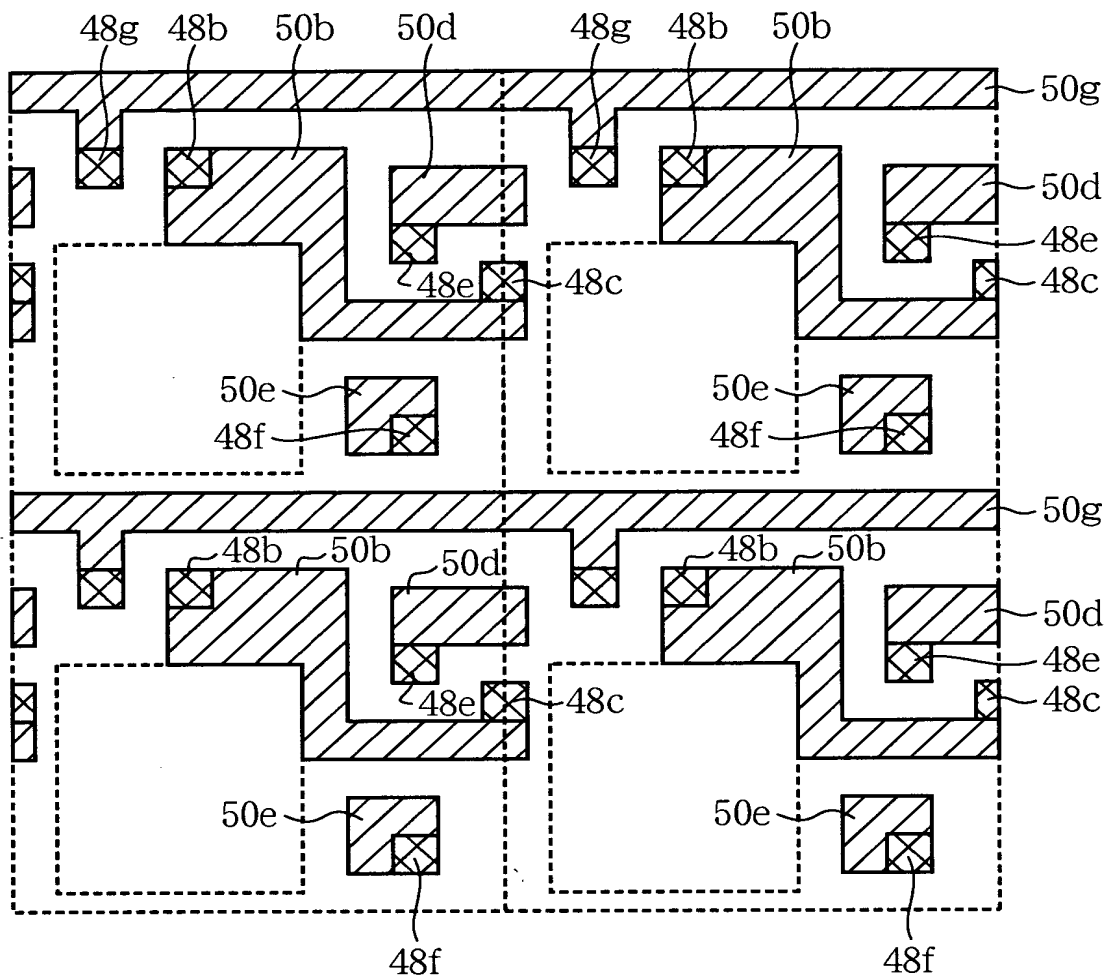
【図 4 6】

本発明の第10実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



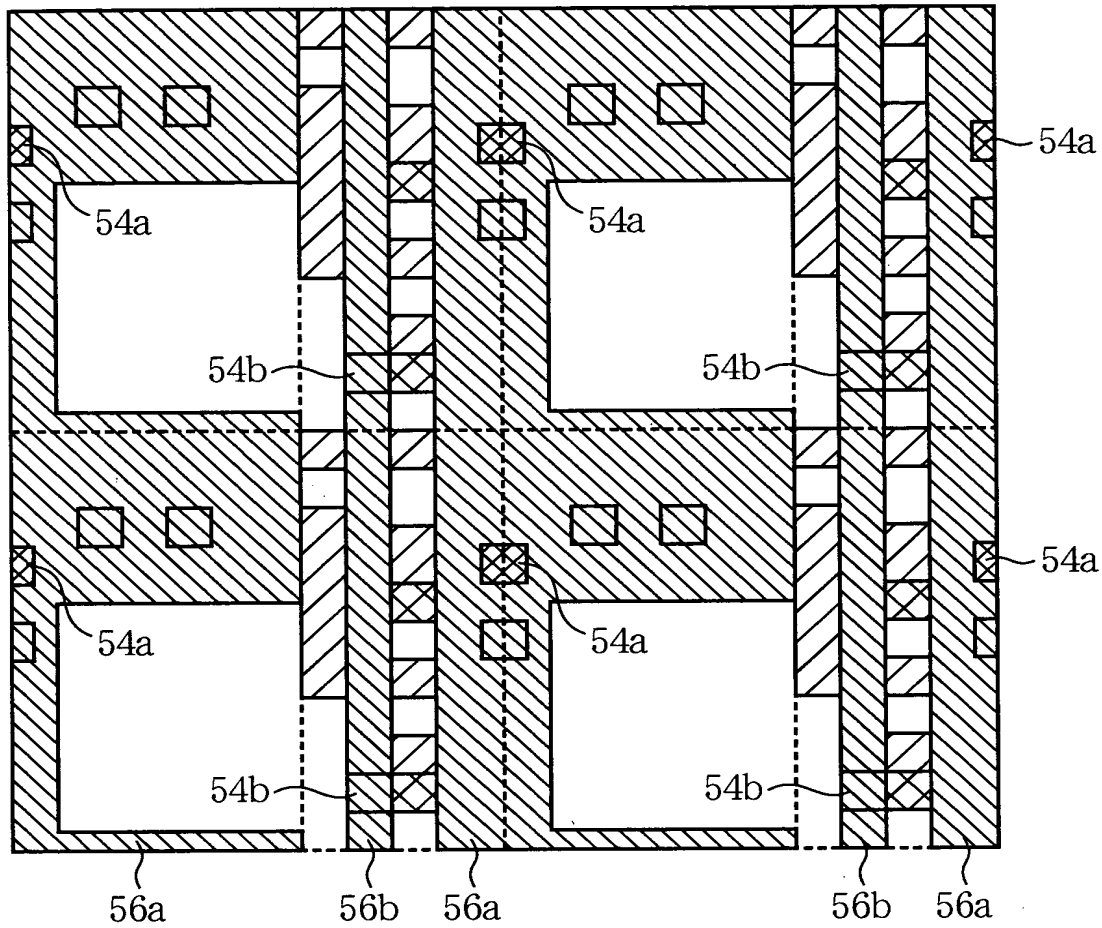
【図 4 7】

本発明の第10実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



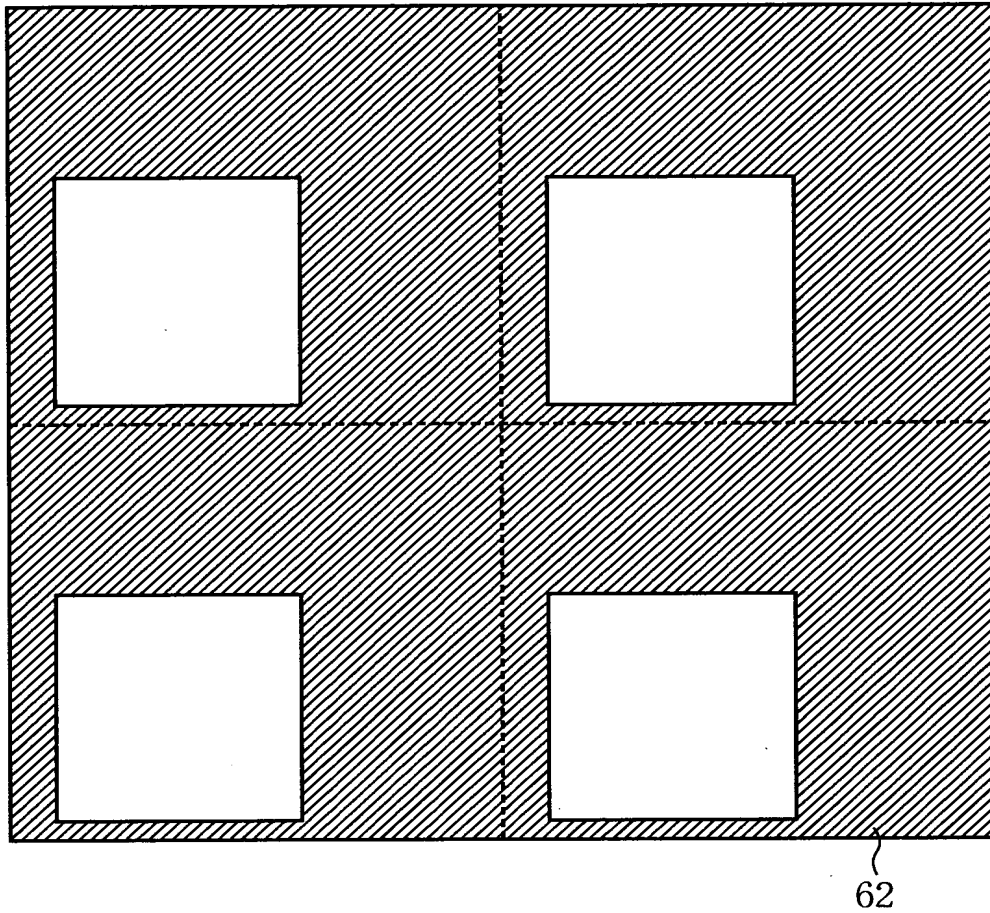
【図 4 8】

本発明の第10実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



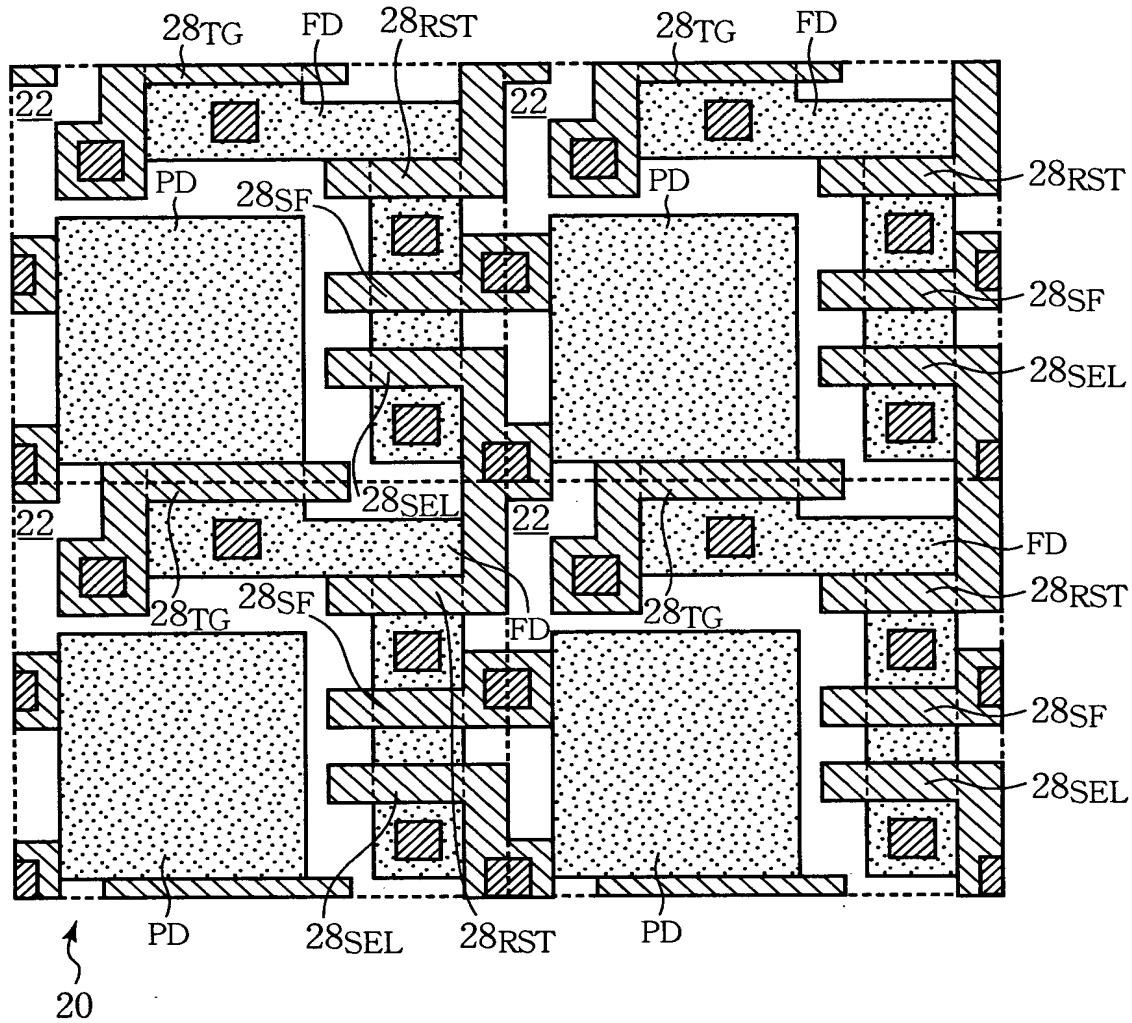
【図 4 9】

本発明の第10実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



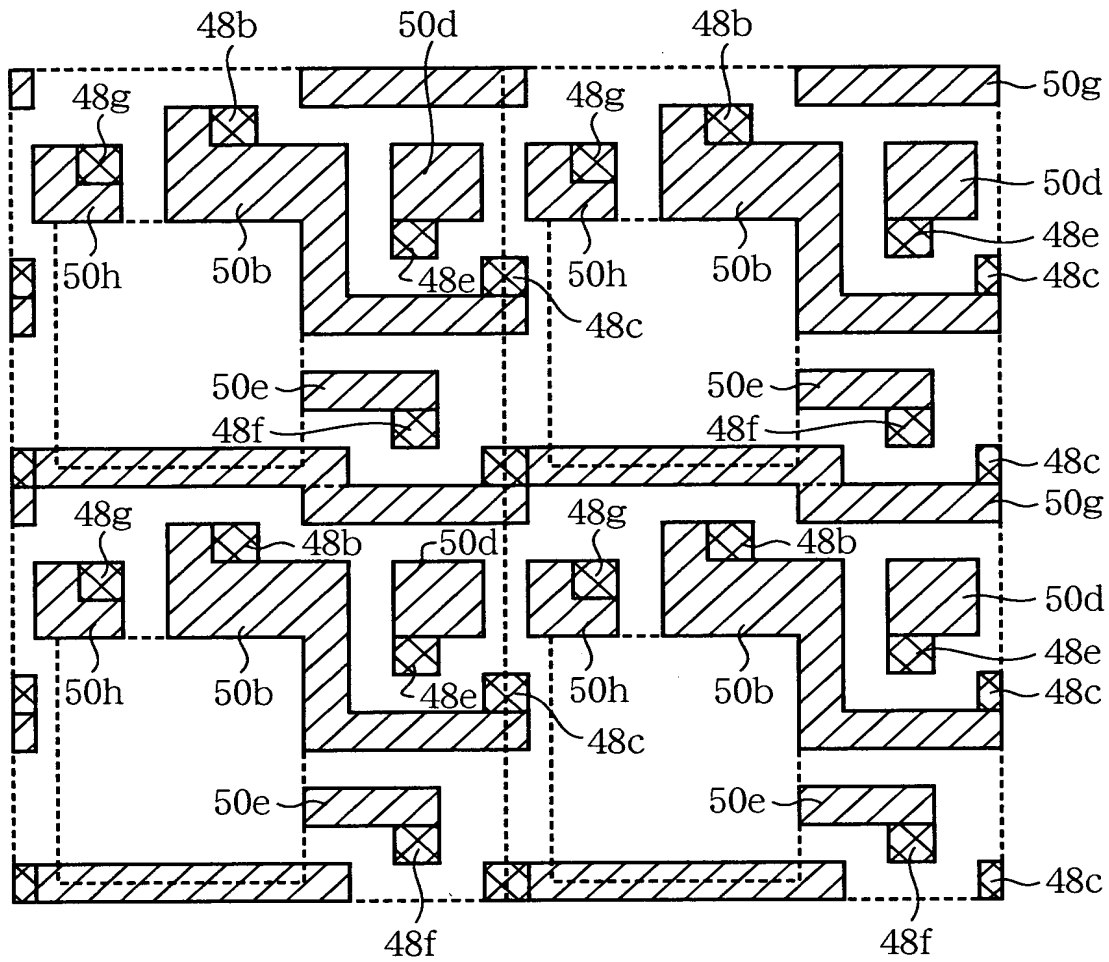
【図50】

本発明の第11実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



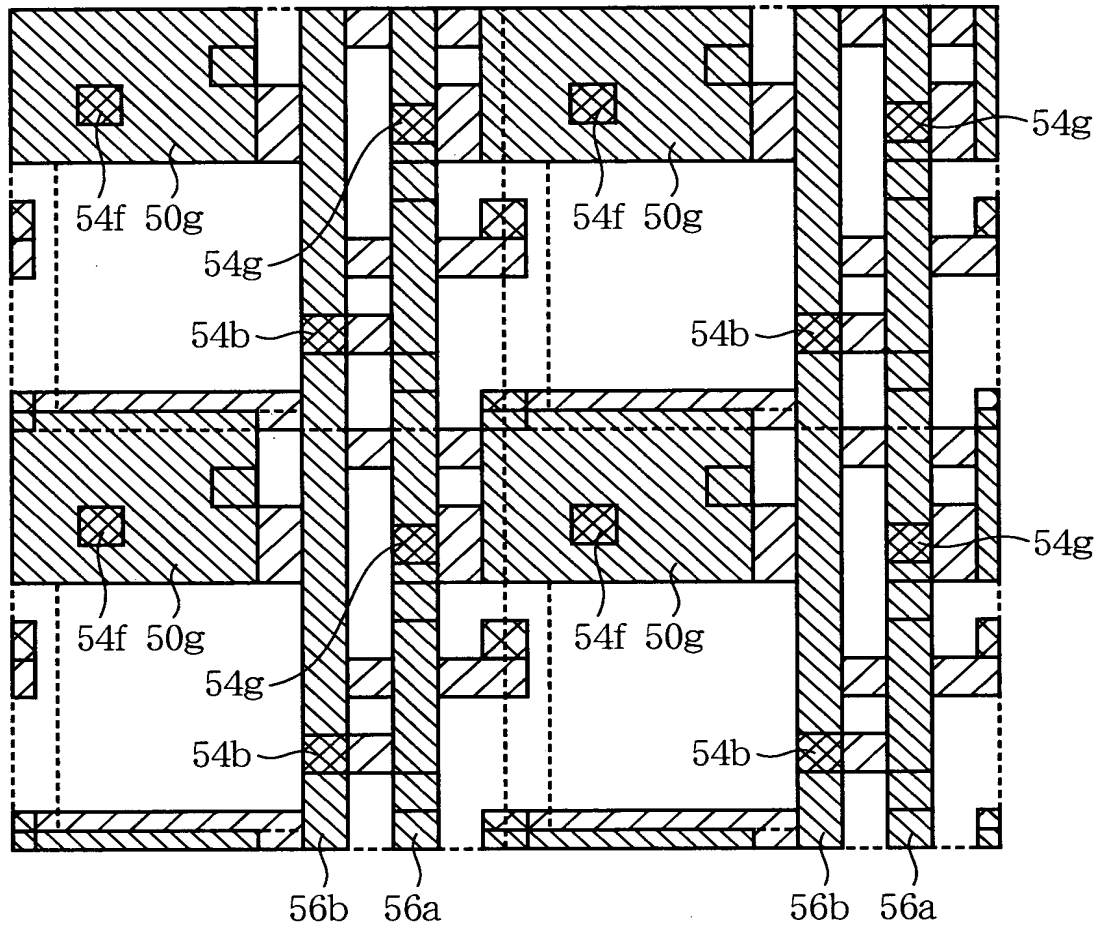
【図 5 1】

本発明の第11実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



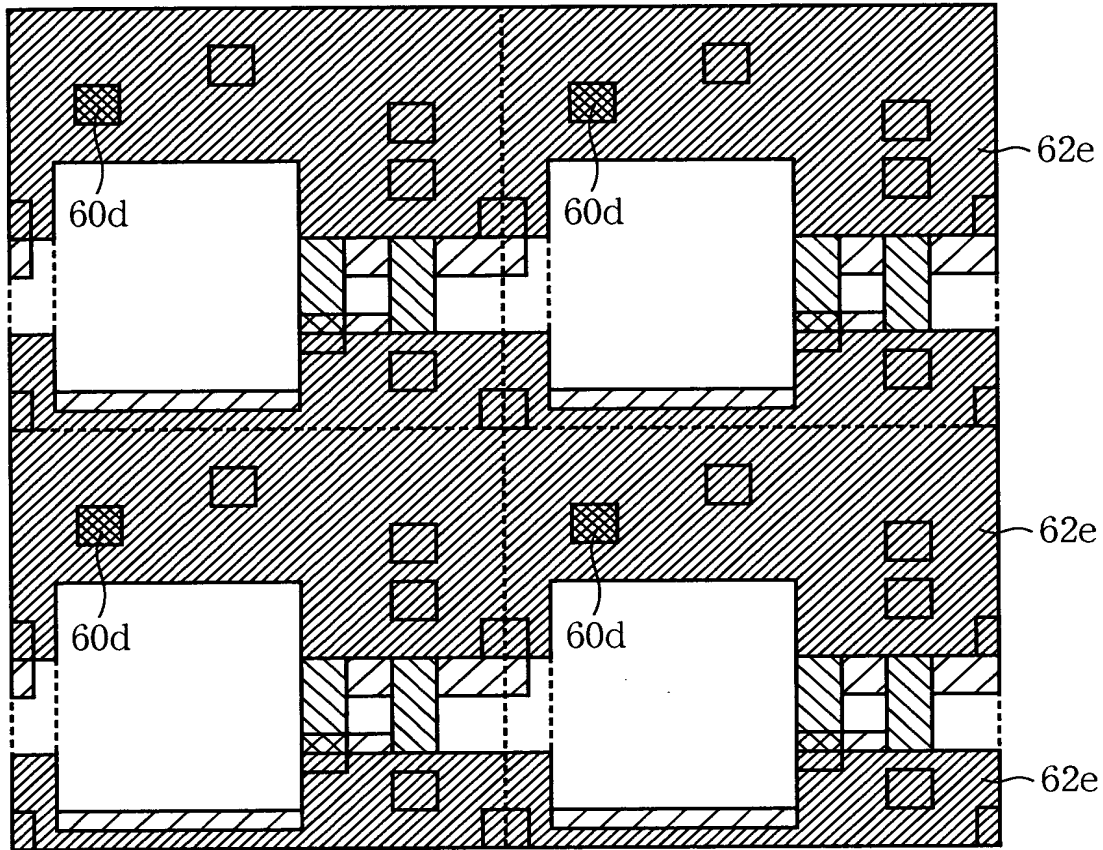
【図 5 2】

本発明の第11実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



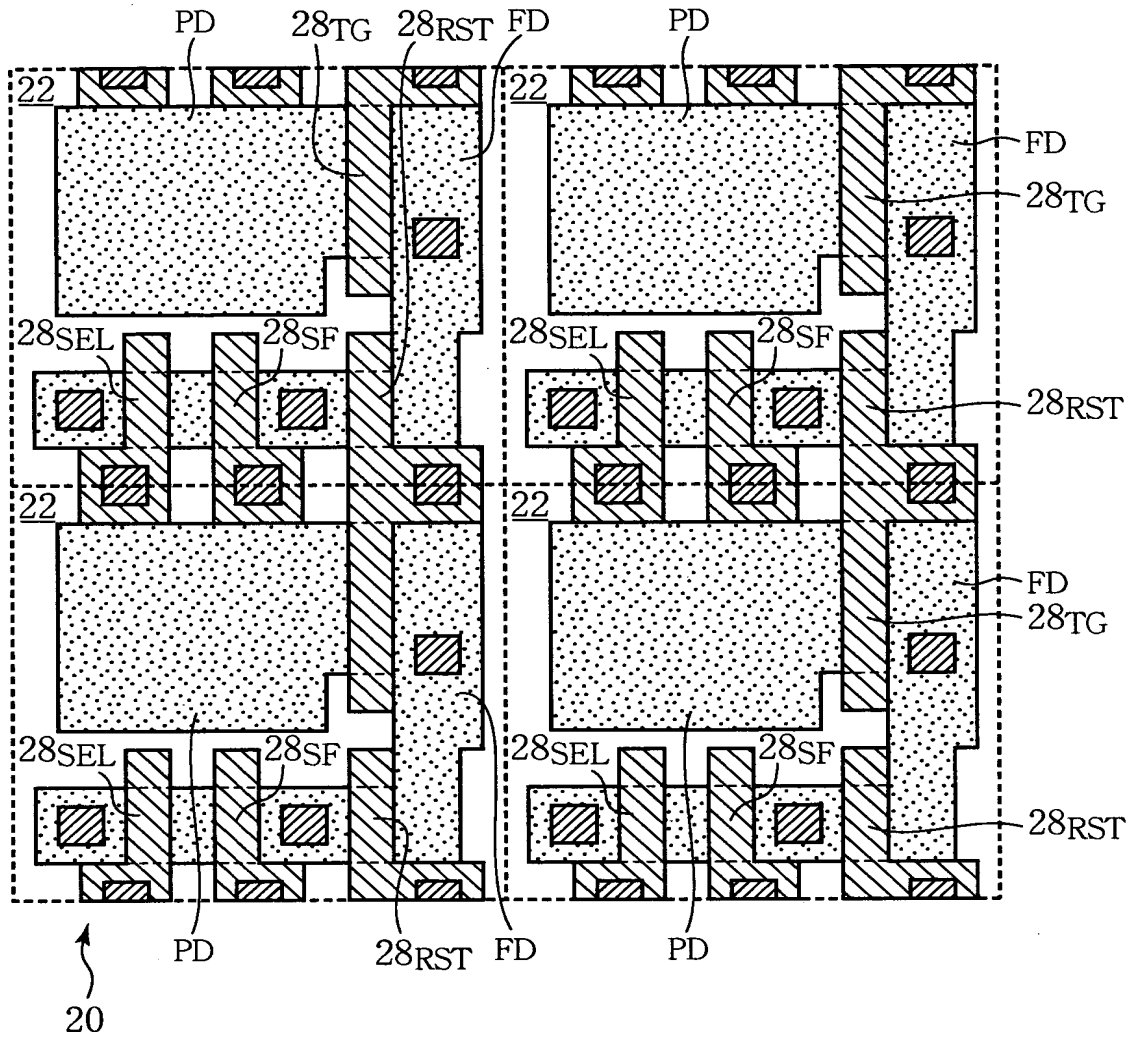
【図 5 3】

本発明の第11実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



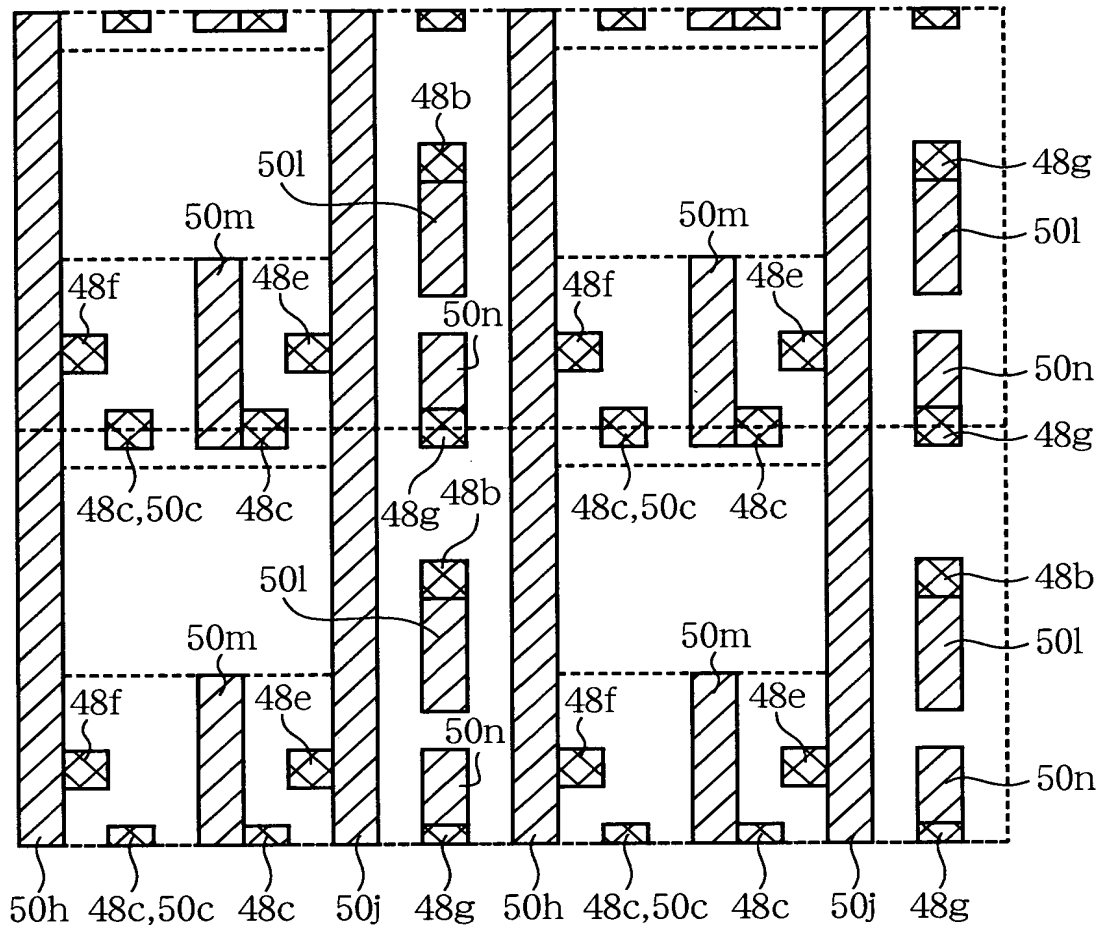
【図 54】

本発明の第12実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



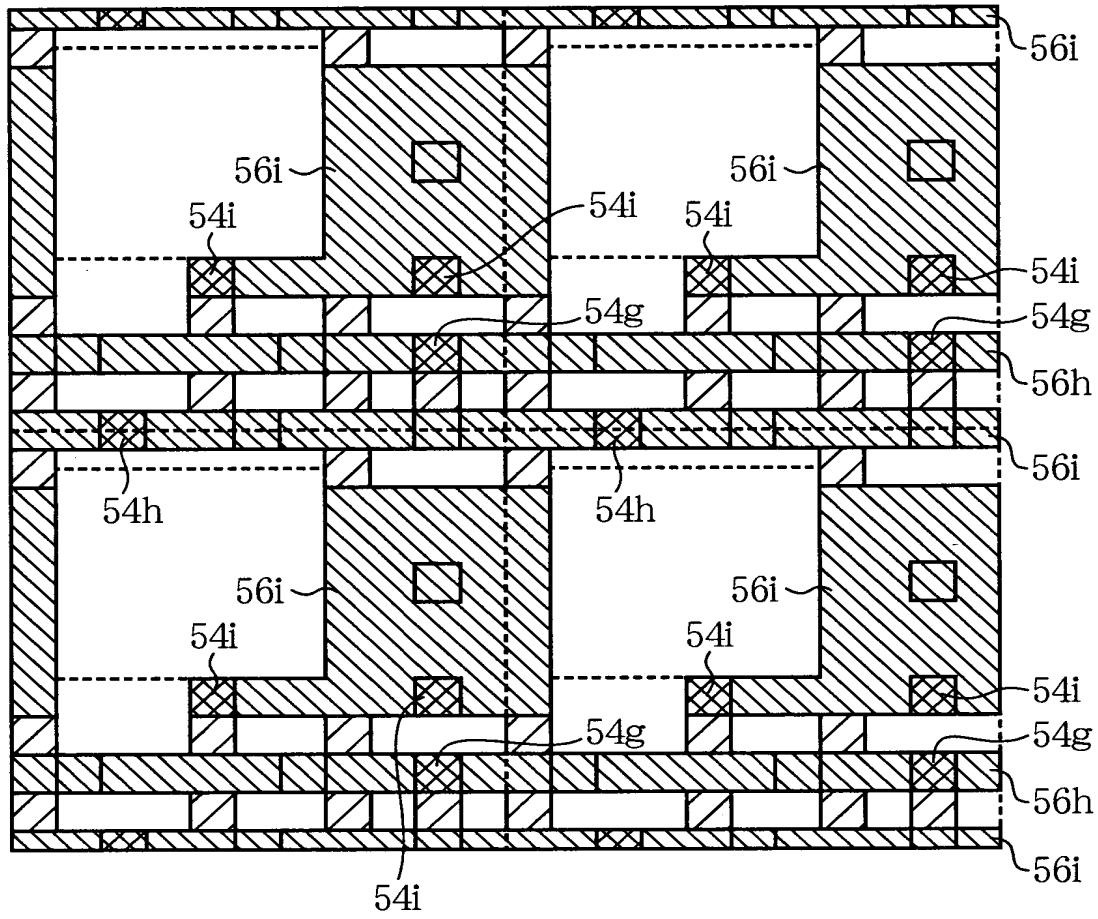
【図 5 5】

本発明の第12実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



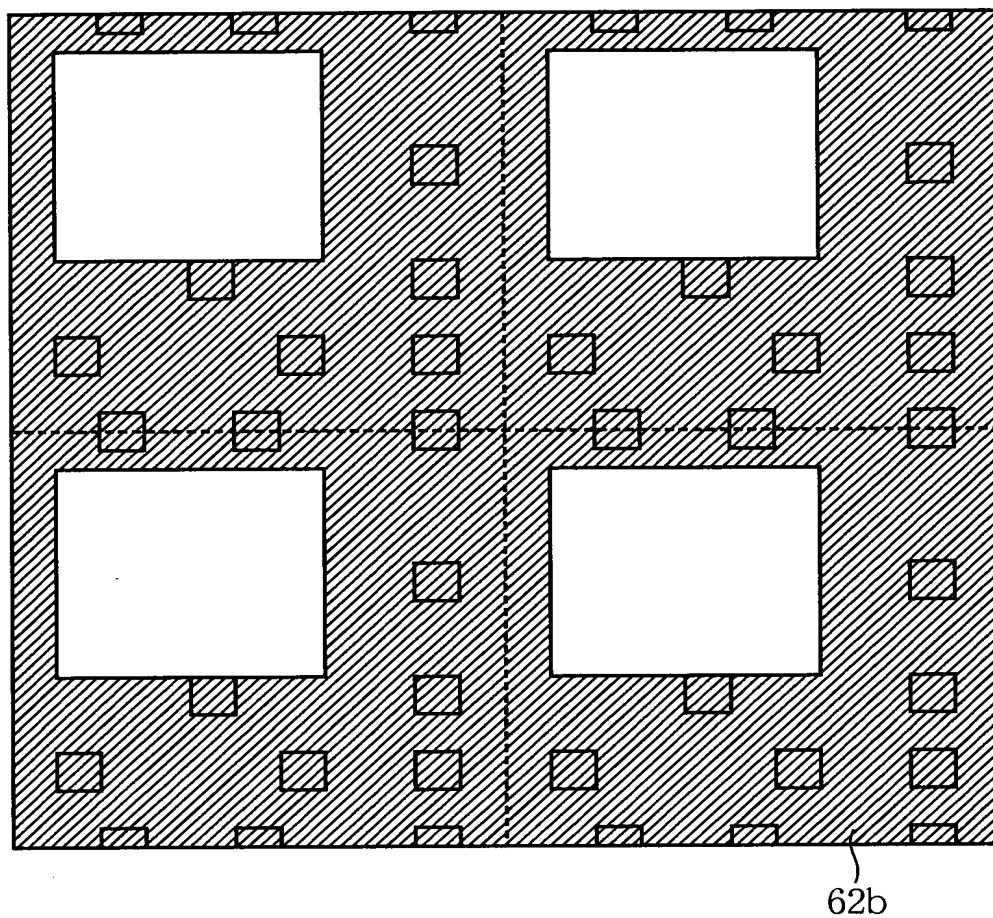
【図 5 6】

本発明の第12実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



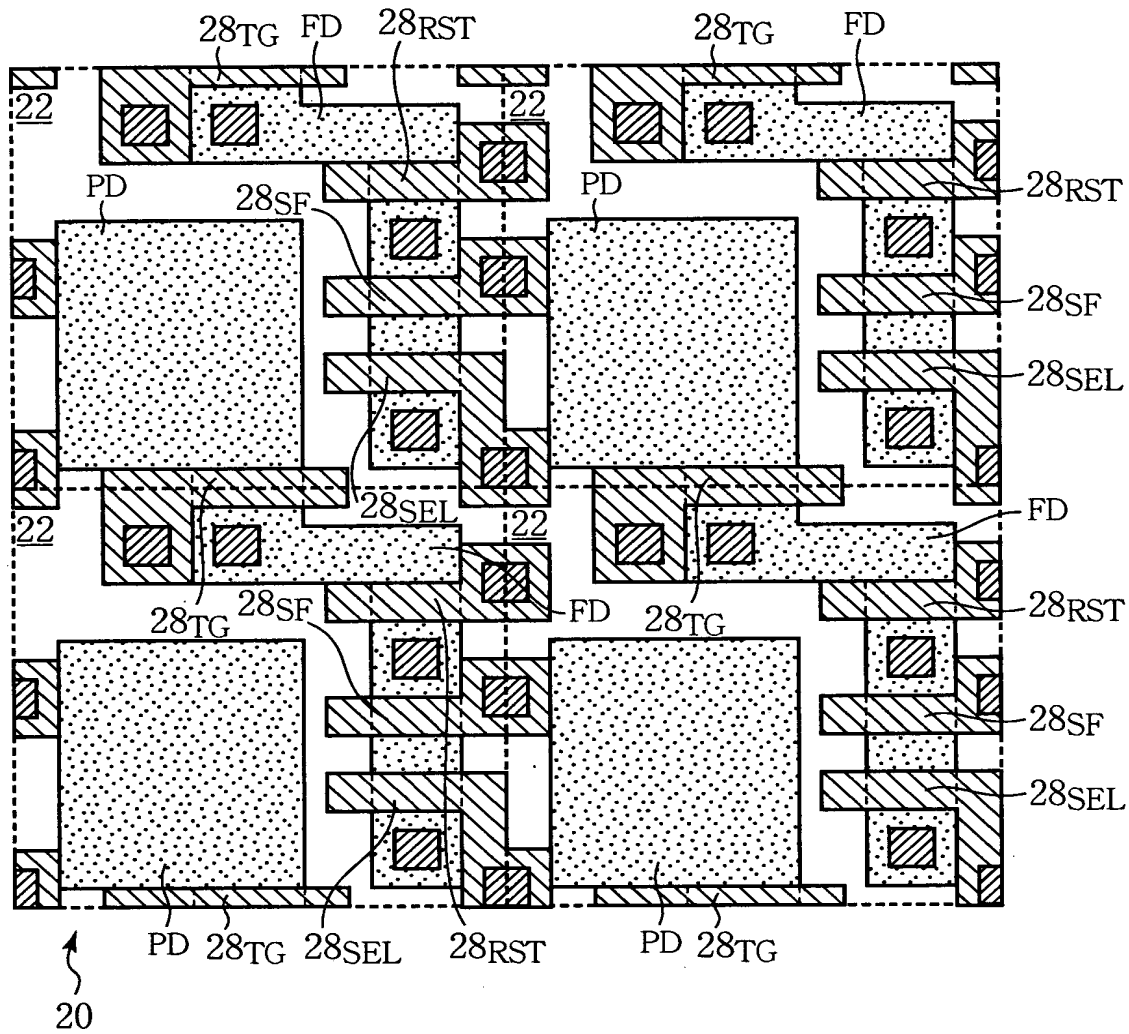
【図 5 7】

本発明の第12実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



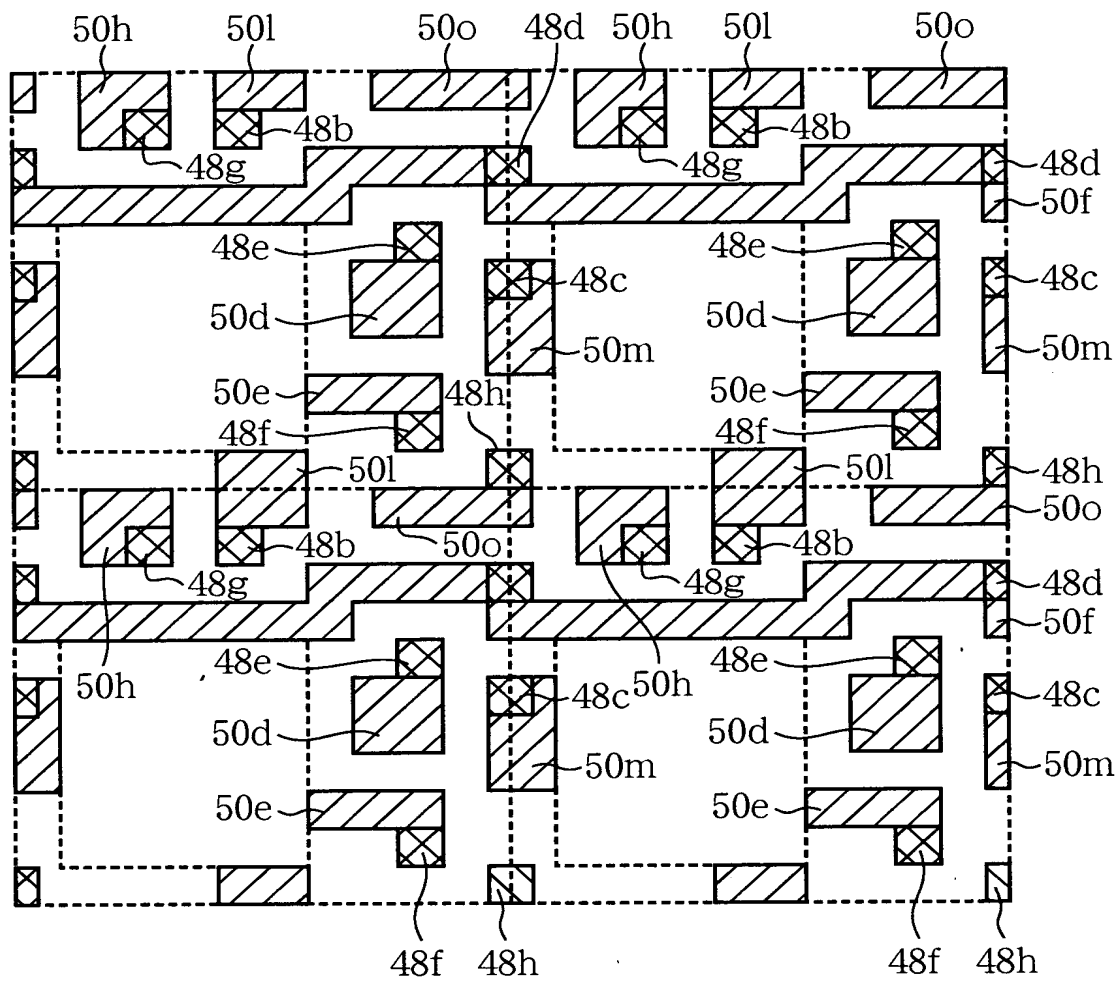
【図 5 8】

本発明の第13実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その1)



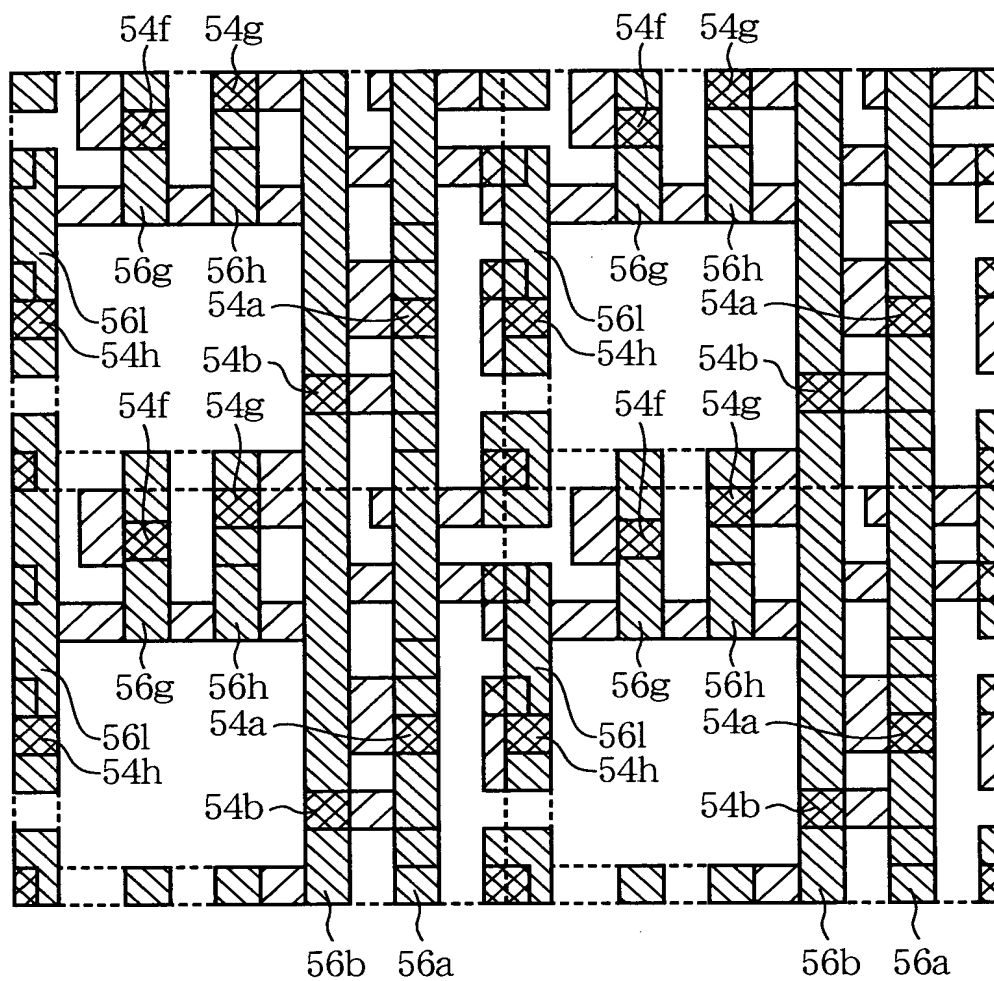
【図 5 9】

本発明の第13実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その2)



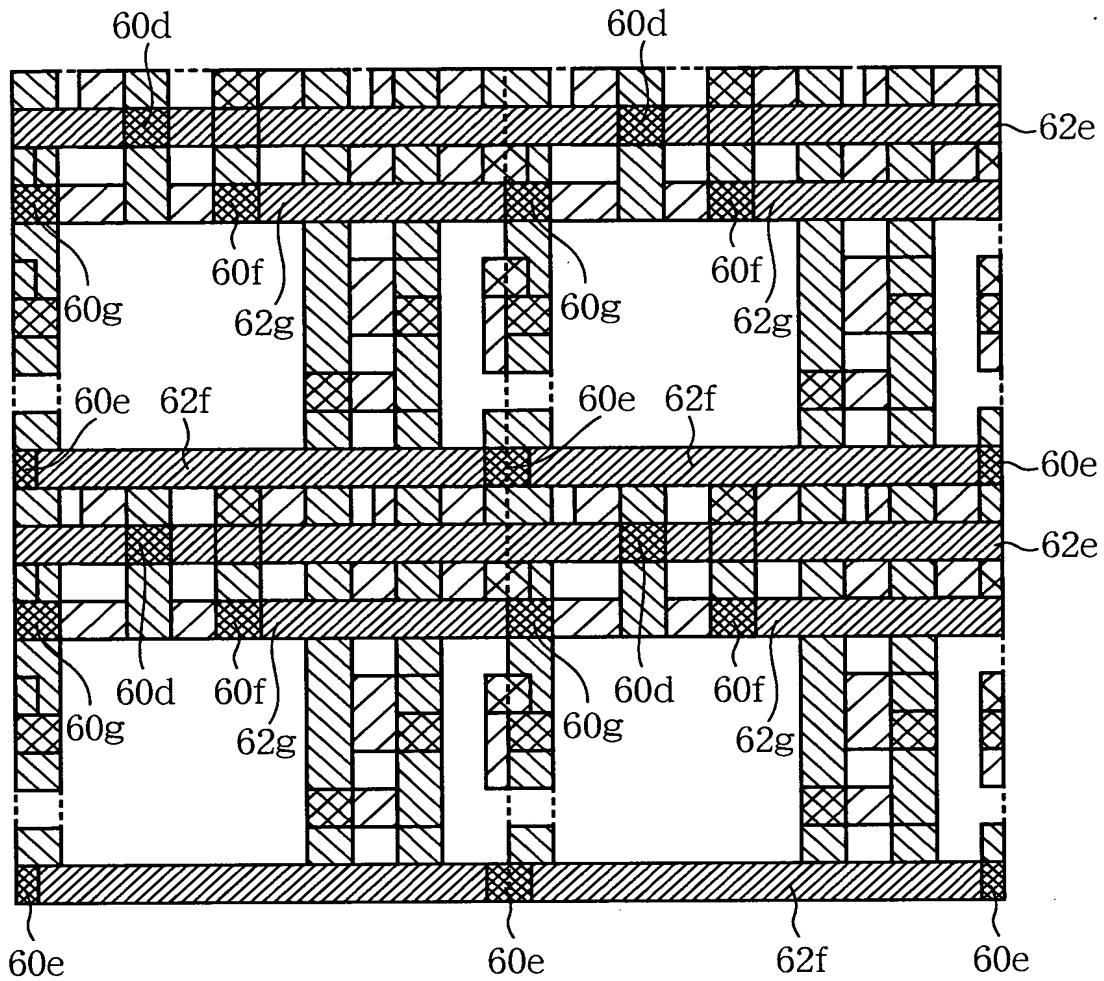
【図 6 0】

本発明の第13実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その3)



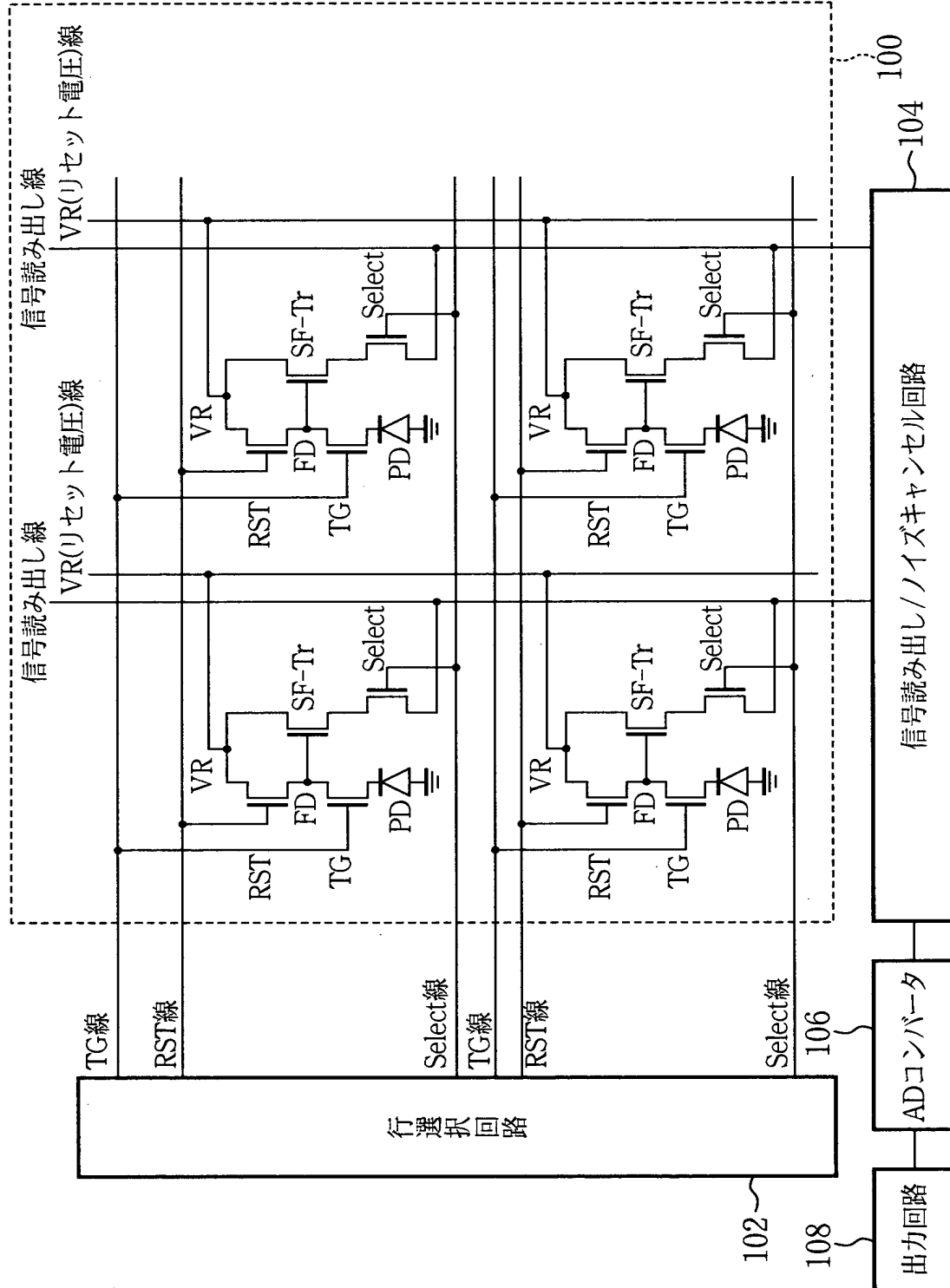
【図 6 1】

本発明の第13実施形態による固体撮像装置の構造を示す
平面図(その4)



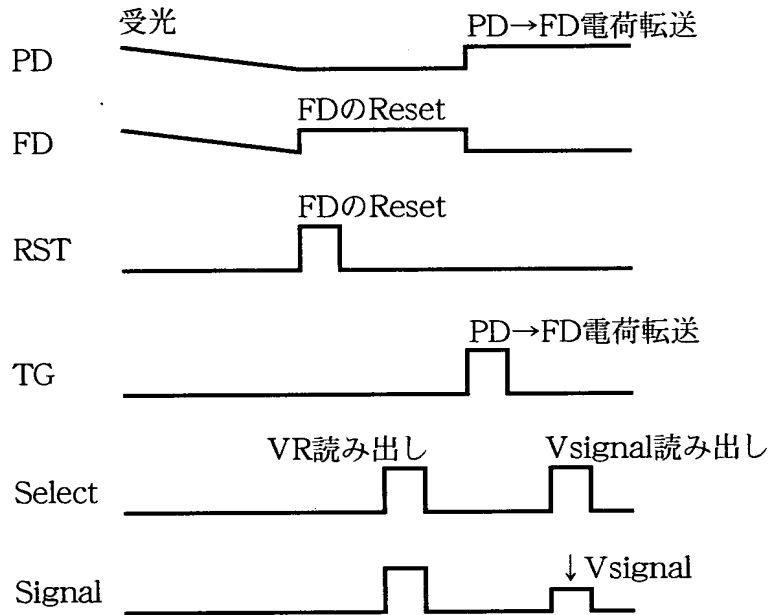
【図 6 2】

従来の固体撮像装置の回路図



【図 6 3】

従来の固体撮像装置の画像読み出し方法を説明するタイムチャート



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置及びその画像読み出し方法に関し、配線層の設計自由度が高いとともに、「ぶれ」や「ゆがみ」がなく良好な画像を得ることができる固体撮像装置及びその画像読み出し方法を提供する。

【解決手段】 4 T r 型ピクセルを有する固体撮像装置において、 n 行目の画素部のトランスファートランジスタのゲート電極 28_{TG} に接続される信号線 TG と、 $n+1$ 行目の画素部のセレクトトランジスタのゲート電極 28_{SEL} に接続される信号線 $Select$ とが共通の信号線により構成されており、 n 行目の画素部のゲート電極 28_{TG} と、前記 $n+1$ 行目の画素部のゲート電極 28_{SEL} とが、同一の導電層よりなる連続する一つのパターンにより構成されている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社